

平成22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<br>Physics | 化 学<br>Chemistry | 生 物<br>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 atm)

原子量 (atomic weight) : H : 1.0   He : 4.0   C : 12   N : 14   O : 16   Na : 23   Cl : 36

問 1 次の気体①～⑤のうち、分子内に不飽和結合 (unsaturated bond) を含まないものを一つ選びなさい。

**1**

① メタン  $\text{CH}_4$

② アセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$

③ 二酸化炭素  $\text{CO}_2$

④ 窒素  $\text{N}_2$

⑤ 酸素  $\text{O}_2$

問 2 次の 5 つの分子のうち、構成するすべての原子が同一平面 (plane) 上にあるものはいくつあるか。正しい数を下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

- メタン (methane)
- エチレン (エテン) (ethylene (ethene))
- プロピレン (プロペン) (propylene (propene))
- ベンゼン (benzene)
- アンモニア (ammonia)

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 0

問 3 次の記述(a)～(c)について、正誤の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

3

- (a) 原子の質量数 (mass number) は、原子核に含まれる陽子 (proton) の数と中性子 (neutron) の数の和に等しい。
- (b) 元素の原子量は、同位体 (isotope) の相対質量 (relative mass) とその存在比 (abundance ratio) から求められる平均値である。
- (c) 質量数 12 の炭素原子  $^{12}\text{C}$  1 mol の質量は 12.00 g である。

|   | a | b | c |
|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 正 |
| ② | 正 | 正 | 誤 |
| ③ | 正 | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 正 | 誤 | 誤 |
| ⑥ | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑦ | 誤 | 誤 | 正 |
| ⑧ | 誤 | 誤 | 誤 |

問4 次の水溶液 **A** および **B** に、それぞれ炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10.6 g を加えて、常温 (normal temperature) で完全に反応させると、気体が発生した。発生した気体の体積をそれぞれ  $V_A$ ,  $V_B$  とするとき、その関係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** 1.0 mol/L の塩酸  $\text{HCl}$  aq 100 mL

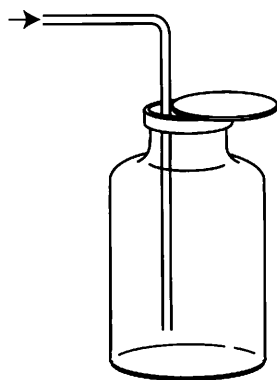
**B** 3.0 mol/L の塩酸 100 mL

①  $V_B = 0.5 V_A$       ②  $V_B = V_A$       ③  $V_B = 1.5 V_A$

④  $V_B = 2 V_A$       ⑤  $V_B = 2.5 V_A$       ⑥  $V_B = 3 V_A$

問5 下の①～⑤の気体を実験室で発生させた。発生させた気体を集める方法として、図に示す下方置換 (downward delivery) が用いられる気体はどれか。最も適当なものを、①～⑤の中から一つ選びなさい。

5



① アセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$

② 水素  $\text{H}_2$

③ 塩化水素  $\text{HCl}$

④ アンモニア  $\text{NH}_3$

⑤ 一酸化窒素  $\text{NO}$

問6 標準状態において、ヘリウム He と窒素 N<sub>2</sub> の混合気体 22.4 L の質量は 8.8 g であった。

この混合気体中のヘリウムの分圧 (partial pressure) (Pa) はいくらか。最も近い値を、

次の①～④の中から一つ選びなさい。

**6** Pa

①  $2.0 \times 10^4$

②  $4.0 \times 10^4$

③  $5.0 \times 10^4$

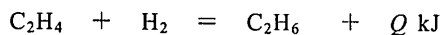
④  $8.0 \times 10^4$

問7 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> の生成熱 (heat of formation) は、それぞれ  $-53 \text{ kJ/mol}$ ,  $84 \text{ kJ/mol}$  である。

次の熱化学方程式 (thermochemical equation) における反応熱 (heat of reaction)  $Q$  の値

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。

**7** kJ



①  $-137$

②  $-69$

③  $-31$

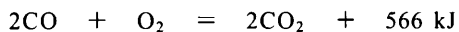
④  $31$

⑤  $69$

⑥  $137$

問 8 次の反応が平衡状態 (equilibrium state) にあるとき, 操作(a)~(c)によって平衡はそれぞれどうなるか。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。

8



(a) 温度を一定に保って, 一酸化炭素 CO を加える。

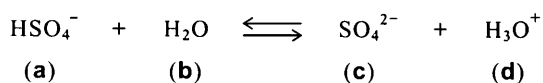
(b) 温度を一定に保って, 圧力を高くする。

(c) 圧力を一定に保って, 温度を高くする。

|   | a      | b      | c      |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 移動しない  | 左に移動する | 移動しない  |
| ② | 移動しない  | 移動しない  | 右に移動する |
| ③ | 左に移動する | 移動しない  | 左に移動する |
| ④ | 左に移動する | 右に移動する | 右に移動する |
| ⑤ | 右に移動する | 右に移動する | 左に移動する |
| ⑥ | 右に移動する | 左に移動する | 移動しない  |

問 9 次の反応にかかわる物質(a)～(d)のうち、塩基 (base) としてはたらいっているものはどれか。正しい組み合わせを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

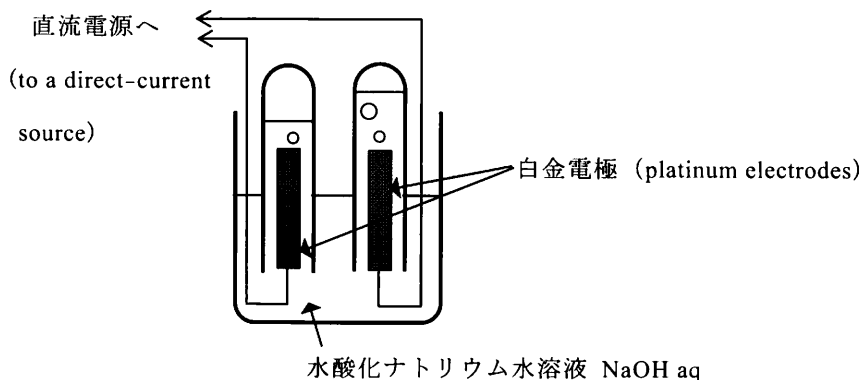
9



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

問 10 次の図のような装置で水を電気分解 (electrolysis) した。この実験で発生する標準状態での水素  $\text{H}_2$  の体積に関する記述として正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、いずれの実験でも、流れた電気量は同じとする。

10



- ① 水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  の濃度を 2 倍にすると、発生する水素の体積は 2 倍になる。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液を塩化ナトリウム水溶液  $\text{NaCl aq}$  に変えても、発生する水素の体積は変わらない。
- ③ 電極 (electrode) の面積を  $\frac{1}{2}$  にすると、発生する水素の体積は  $\frac{1}{2}$  になる。
- ④ 2 つの電極間の距離を 2 倍にすると、発生する水素の体積は  $\frac{1}{2}$  になる。

問 11 酸と塩基 (base) に関する次の記述(a)～(c)について、正誤の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

**11**

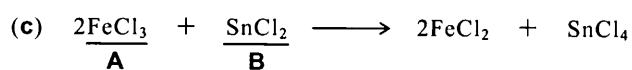
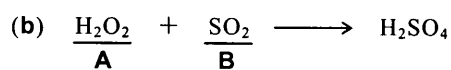
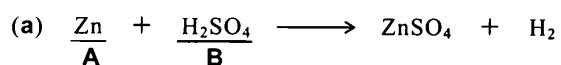
- (a) すべての中和 (neutralization) 反応の終点 (end point) は、 $\text{pH}=7$  である。
- (b)  $0.001 \text{ mol/L}$  の塩酸  $\text{HCl aq}$  は、水で 100 倍に希釈 (dilution) すると  $\text{pH}=5$  になる。
- (c)  $\text{pH}=12$  の水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  は、水で 100 倍に希釈すると  $\text{pH}=10$  になる。

|   | a | b | c |
|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 正 |
| ② | 正 | 正 | 誤 |
| ③ | 正 | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 正 | 誤 | 誤 |
| ⑥ | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑦ | 誤 | 誤 | 正 |
| ⑧ | 誤 | 誤 | 誤 |



問 12 次の反応(a)～(c)で、酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらいっている物質は、それぞれ A, B のどちらか。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。

12



|   | a | b | c |
|---|---|---|---|
| ① | A | A | A |
| ② | A | A | B |
| ③ | A | B | A |
| ④ | B | A | A |
| ⑤ | B | B | A |
| ⑥ | B | B | B |

問 13 次の記述(a)～(c)にそれぞれあてはまる気体を CO, HCl, H<sub>2</sub>S の中から選び、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。 **13**

(a) 水に少し溶けて、弱酸性を示す。

(b) アンモニア NH<sub>3</sub> と反応すると、白煙を生じる。

(c) 空気中で燃え、生成する気体を石灰水 (lime water) に通じると白濁 (white turbidity) する。

|   | a                | b                | c                |
|---|------------------|------------------|------------------|
| ① | HCl              | CO               | H <sub>2</sub> S |
| ② | HCl              | H <sub>2</sub> S | CO               |
| ③ | H <sub>2</sub> S | HCl              | CO               |
| ④ | H <sub>2</sub> S | CO               | HCl              |
| ⑤ | CO               | HCl              | H <sub>2</sub> S |
| ⑥ | CO               | H <sub>2</sub> S | HCl              |

問 14 金属ナトリウム Na や金属カリウム K に関する次の記述①～⑤の中から、正しくないものを一つ選びなさい。 **14**

① 銀白色の金属光沢をもち、密度 (density) が小さく、比較的軟らかい。

② 反応性に富み、強い酸化作用を示す。

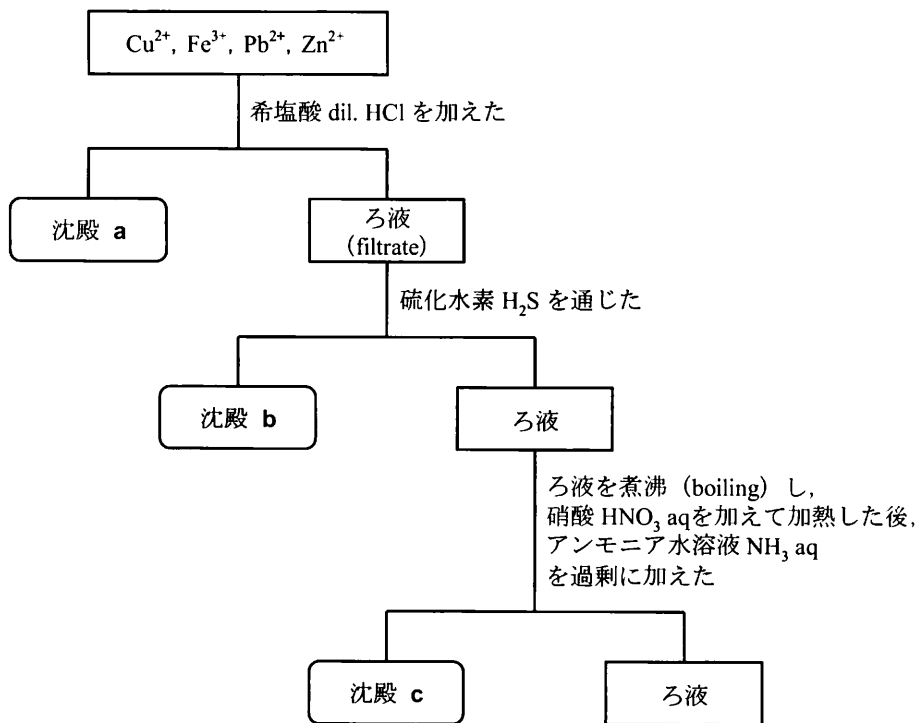
③ 水と激しく反応するので、石油中に保存する。

④ 特有の炎色反応 (flame reaction) を示す。

⑤ 水酸化物 (hydroxide) は水によく溶け、強い塩基性 (basicity) を示す。

問 15 金属イオン  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  を含む混合水溶液から、図に示した操作により金属イオンを沈殿 (precipitate) として分離した。生成した沈殿 **a**～**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、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15



|   | a                | b                | c                |
|---|------------------|------------------|------------------|
| ① | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ |
| ② | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ |
| ③ | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ |
| ④ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ |
| ⑤ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ |
| ⑥ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ |

問 16 同じ質量 (mass) のメタン  $\text{CH}_4$  とメタノール  $\text{CH}_3\text{OH}$  をそれぞれ完全燃焼 (complete combustion) させる。この反応に必要な酸素  $\text{O}_2$  の質量と、発生する二酸化炭素  $\text{CO}_2$  の質量について、次の記述(a)～(e)のうちで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。

16

- (a) 反応に必要な酸素の質量は、メタンのほうが少ない。
- (b) 反応に必要な酸素の質量は、メタンのほうが多い。
- (c) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンがメタノールの  $\frac{1}{2}$  倍である。
- (d) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンとメタノールで等しい。
- (e) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンがメタノールの 2 倍である。

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

問 17 次の化合物(a)～(d)のうち、構造異性体 (structural isomer) が存在するものはいくつあるか。正しい数を、下の①～④の中から一つ選びなさい。

17

- (a) 酢酸 (acetic acid)
- (b) アセトン (2-プロパノン) (acetone (2-propanone))
- (c) エチルアルコール (エタノール) (ethyl alcohol (ethanol))
- (d) プロパン (propane)

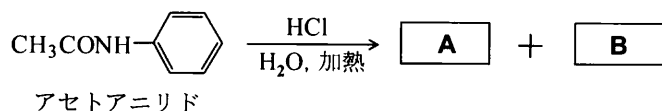
① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4

問 18 分子式  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  で表される二重結合 (double bond) をもつ化合物で、シス-トランス異性体 (cis-trans isomer) が存在するものはいくつあるか。正しい数を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 0

問 19 アセトアニリド (acetanilide) を、塩酸酸性 (acidified with hydrochloric acid) の水溶液中で加熱すると加水分解 (hydrolysis) が起こる。



この反応の生成物 **A**, **B** の組み合わせ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。

19

|   | <b>A</b>                          | <b>B</b> |
|---|-----------------------------------|----------|
| ① | CH <sub>4</sub>                   | アニリン     |
| ② | CH <sub>4</sub>                   | クロロベンゼン  |
| ③ | CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub> | アニリン塩酸塩  |
| ④ | CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub> | クロロベンゼン  |
| ⑤ | CH <sub>3</sub> COOH              | アニリン     |
| ⑥ | CH <sub>3</sub> COOH              | アニリン塩酸塩  |

注) アニリン (aniline), クロロベンゼン (chlorobenzene),  
アニリン塩酸塩 (aniline hydrochloride)

問 20 安息香酸  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ，アニリン  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ，フェノール  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  をジエチルエーテル ( $\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$  に溶かした混合溶液がある。この溶液に，次の水溶液(a)または(b)を加えてよく振ったとき，エーテル層 (ether layer) から水層 (aqueous layer) に移る物質はそれぞれ何か。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) 希塩酸 dil. HCl

(b) 炭酸水素ナトリウム水溶液  $\text{NaHCO}_3$  aq

|   | a     | b     |
|---|-------|-------|
| ① | アニリン  | アニリン  |
| ② | アニリン  | フェノール |
| ③ | アニリン  | 安息香酸  |
| ④ | フェノール | アニリン  |
| ⑤ | フェノール | フェノール |
| ⑥ | フェノール | 安息香酸  |

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。