

平成30年度  
日本留学試験(第1回)

**試験問題**

The Examination

# 理 科

（ 8 0 分）

## 【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。

※ 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。

### I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

### II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

| 科目 | ページ     |
|----|---------|
| 物理 | 1 ～ 21  |
| 化学 | 23 ～ 39 |
| 生物 | 41 ～ 56 |

4. 足りないページがあったら、手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

### III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**, **2**, **3**, …がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

|         |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|---|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 |  |  | * |  |  |  |  | * |  |  |  |  |  |  |
| 名 前     |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |

# 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<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。

標準状態 (standard state) :  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  (1 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) :  $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

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   O : 16   Na : 23

この試験における元素 (element) の族 (group) と周期 (period) の関係は下の周期表 (periodic table) の通りである。ただし、H 以外の元素記号は省略してある。

| 族 \ 周期 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1      | H |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

問 1  $^{40}\text{Ar}$  の原子 (atom) に含まれる, 中性子 (neutron), 電子 (electron) および最外殻電子 (outermost shell electron) の数の組み合わせとして正しいものを, 次表の①～⑧の中から一つ選びなさい。

|   |
|---|
| 1 |
|---|

|   | 中性子の数 | 電子の数 | 最外殻電子の数 |
|---|-------|------|---------|
| ① | 20    | 18   | 0       |
| ② | 20    | 18   | 8       |
| ③ | 20    | 20   | 0       |
| ④ | 20    | 20   | 8       |
| ⑤ | 22    | 18   | 0       |
| ⑥ | 22    | 18   | 8       |
| ⑦ | 22    | 20   | 0       |
| ⑧ | 22    | 20   | 8       |

問2 次の分子やイオン (ion) ①～⑥のうち、それに含まれる電子 (electron) の総数が 他と異なるものを，一つ選びなさい。

**2**

- ①  $\text{CH}_4$       ②  $\text{F}^-$       ③  $\text{Na}^+$       ④  $\text{NH}_4^+$       ⑤  $\text{NO}$       ⑥  $\text{OH}^-$

問3 原子 (atom) やイオン (ion) に関する次の記述①～⑥のうち、正しいものを一つ選びなさい。

**3**

- ① 原子番号 (atomic number) が6の原子は、L殻 (L shell) に6個の価電子 (valence electron) をもつ。
- ②  $^1\text{H}$  原子と  $^2\text{H}$  原子は、同じ電子配置 (electron configuration) をもつ。
- ③ アルカリ金属 (alkali metal) の原子は、同一周期の原子の中でイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー: first ionization energy) が最も大きい。
- ④  $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ のうち、イオン半径 (ionic radius) の最も大きいものは、 $\text{Li}^+$ である。
- ⑤ ハロゲン (halogen) の原子は、電子 (electron) を放出しやすく、1価 (monovalent) の陰イオン (anion) になりやすい。
- ⑥ He, Ne, Arのうち、空気より軽いものは、Arである。

問4 結晶 (crystal) に関する次の記述(a)～(e)のうち、誤っているものが二つある。それらの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**4**

- (a) 塩化マグネシウム  $\text{MgCl}_2$  の結晶は、イオン結合 (ionic bond) により形成されている。
- (b) 銀 Ag の結晶は、金属結合 (metallic bond) により形成されている。
- (c) ケイ素 Si の結晶は、金属結合により形成されている。
- (d) ダイヤモンド (diamond) は、自由電子 (free electron) をもつ。
- (e) ドライアイス (dry ice) は、昇華性 (sublimability) がある。

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

問5 10.0 L の酸素  $\text{O}_2$  をオゾン発生器 (ozone generator) に通じると、酸素とオゾン  $\text{O}_3$  の混合気体が同温同圧で 9.5 L 得られた。混合気体中のオゾンを分離したとき、その体積は同温同圧で何 L か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**5**

① 0.5      ② 1.0      ③ 1.5      ④ 2.0      ⑤ 2.5

問6 ある気体の密度 (density) は、 $27^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において  $1.2 \text{ g/L}$  であった。この気体の分子量 (molecular weight) として最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、気体は理想気体とする。

**6**

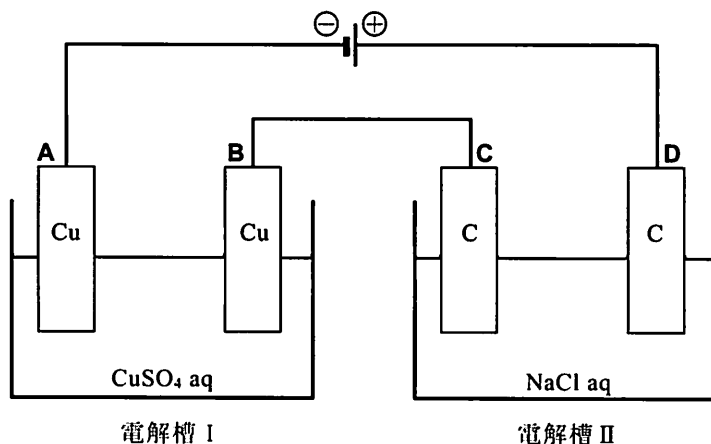
- ① 16      ② 27      ③ 30      ④ 32      ⑤ 44

問7  $0.50 \text{ mol/L}$  の塩酸  $\text{HCl aq}$   $100 \text{ mL}$  に、固体の水酸化ナトリウム  $\text{NaOH } 4.0 \text{ g}$  を加えて反応させた。このとき発生した熱量 (amount of heat) は何  $\text{kJ}$  か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、中和熱 (heat of neutralization) は  $56 \text{ kJ/mol}$ 、水酸化ナトリウムの水への溶解熱 (heat of dissolution) は  $44 \text{ kJ/mol}$  とする。

**7**  $\text{kJ}$ 

- ① 2.8      ② 7.2      ③ 10      ④ 32      ⑤ 60

問 8 次の図に示す二つの電解槽 (electrolytic cell) を、直列 (series) に接続して電気分解 (electrolysis) をおこなった。電解槽 I には硫酸銅(II)水溶液  $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$  を入れ、電極 (electrode) **A** と電極 **B** には銅  $\text{Cu}$  を用いた。電解槽 II には塩化ナトリウム水溶液  $\text{NaCl aq}$  を入れ、電極 **C** と電極 **D** には炭素  $\text{C}$  を用いた。



この電気分解に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① 銅電極 **A** の質量 (mass) は、増加する。
- ② 銅電極 **B** の質量は、減少する。
- ③ 炭素電極 **C** 付近の溶液は、酸性 (acidic) になる。
- ④ 炭素電極 **D** からは、気体が発生する。
- ⑤ 電解槽 I と電解槽 II を流れる電気量 (amount of electricity) は、等しい。



問 9 過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の水溶液に触媒 (catalyst) を加えると、次の反応が起こり、酸素  $\text{O}_2$  が発生する。

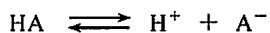


この反応に関する次の記述①～④のうち、誤っているものを一つ選びなさい。

|   |
|---|
| 9 |
|---|

- ① 過酸化水素が分解 (decomposition) する速度は、酸素が発生する速度の半分である。
- ② 過酸化水素の濃度を小さくすると、酸素が発生する速度は小さくなる。
- ③ 過酸化水素の水溶液の温度を低くすると、酸素が発生する速度は小さくなる。
- ④ 触媒の量を少なくすると、酸素が発生する速度は小さくなる。

問 10 弱酸（weak acid）HA は、水溶液中で次のような電離平衡（electrolytic dissociation equilibrium）にある。



電離定数（electrolytic dissociation constant） $K_a$  は、各成分のモル濃度〔mol/L〕を用いて

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

と表される。

酸の濃度を  $c$ 〔mol/L〕、そのときの電離度（degree of electrolytic dissociation）を  $\alpha$  とすると、 $K_a$  は  $c$  と  $\alpha$  を用いてどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**10**

- |                                |                                  |                                |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| ① $\frac{\alpha}{c(1-\alpha)}$ | ② $\frac{\alpha^2}{c(1-\alpha)}$ | ③ $\frac{c\alpha}{1-\alpha}$   |
| ④ $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$ | ⑤ $\frac{c\alpha}{1+\alpha}$     | ⑥ $\frac{c\alpha^2}{1+\alpha}$ |

問 11 第 2 周期 (second period) から第 4 周期 (fourth period) までのアルカリ金属 (alkali metal) に関する次の記述①～④のうち、正しいものを一つ選びなさい。

**11**

- ① アルカリ金属の密度 (density) は、いずれも  $1.0 \text{ g/cm}^3$  より大きい。
- ② アルカリ金属には、緑色の炎色反応 (flame test) を示すものがある。
- ③ アルカリ金属は、石油の中に保存する。
- ④ アルカリ金属は、電子親和力 (electron affinity) が大きい。

問 12 次の操作①～⑤のうち、下線を引いた化合物の  $1 \text{ mol}$  がすべて反応したとき、発生する気体の物質質量 (amount of substance : mol) が常温・常圧 (normal temperature and pressure) で最も少ないものを一つ選びなさい。

**12**

- ① 過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の水溶液に、酸化マンガン(IV)  $\text{MnO}_2$  を加える。
- ② 硫化鉄  $\text{FeS}$  に、希硫酸  $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$  を加える。
- ③ 炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  に、希塩酸  $\text{dil. HCl}$  を加える。
- ④ 炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  に、希塩酸を加える。
- ⑤ 塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  と水酸化カルシウム  $\text{Ca(OH)}_2$  の混合物を加熱する。

問 13 次の **A**～**C** の化合物中の窒素原子 N の酸化数 (oxidation number) として正しい組み合わせを、下表の①～⑨の中から一つ選びなさい。

**13**

**A** : ハーバー・ボッシュ法 (Haber-Bosch process) によって得られる窒素化合物

**B** : 窒素  $\text{N}_2$  と酸素  $\text{O}_2$  が高温で反応すると生じる無色 (colorless) の窒素化合物

**C** : オストワルト法 (Ostwald process) によって製造される窒素化合物

|   | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |
|---|----------|----------|----------|
| ① | -3       | +2       | +3       |
| ② | -3       | +2       | +5       |
| ③ | -3       | +4       | +5       |
| ④ | -1       | +2       | +3       |
| ⑤ | -1       | +4       | +3       |
| ⑥ | -1       | +4       | +5       |
| ⑦ | +3       | +2       | +3       |
| ⑧ | +3       | +2       | +5       |
| ⑨ | +3       | +4       | +5       |

問 14 次の記述①～⑤のうち、 $\text{Fe}^{2+}$ 水溶液と  $\text{Fe}^{3+}$ 水溶液の両方ともに起こる変化を、一つ選びなさい。

**14**

- ① 水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  を加えると、沈殿 (precipitate) を生じる。
- ② チオシアン酸カリウム水溶液  $\text{KSCN aq}$  を加えると、血赤色 (blood red) の水溶液になる。
- ③ サリチル酸水溶液 (aqueous salicylic acid) に加えると、赤紫色 (reddish purple) の水溶液になる。
- ④  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ を加えると、濃青色 (dark blue) の沈殿を生じる。
- ⑤  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ を加えると、濃青色の沈殿を生じる。

問 15 次表の **A** 欄に示す 2 種類の金属イオン (metal ion) を含む水溶液がある。**B** 欄に示す操作で、**A** 欄の一方のイオンを沈殿 (precipitate) として分離できるものが二つある。それら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。 **15**

|   | A                                   | B   |
|---|-------------------------------------|---|
| a | $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ | アンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を加える                |
| b | $\text{Ag}^+$ , $\text{Cu}^{2+}$    | 希塩酸 dil. HCl を加える                                   |
| c | $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ | 硫酸ナトリウム水溶液 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ aq}$ を加える |
| d | $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{K}^+$     | 水酸化ナトリウム水溶液 $\text{NaOH aq}$ を加える                   |
| e | $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ | 水溶液を酸性 (acidic) にして硫化水素 $\text{H}_2\text{S}$ を通じる   |

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

問 16 ヒドロキシ基 (hydroxy group) をもつ有機化合物 (organic compound) の中で、次の記述(a)~(c)のそれぞれにあてはまるもの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。

16

- (a) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液  $\text{FeCl}_3 \text{ aq}$  を加えると、紫色 (purple) になる。  
 (b) ヨードホルム反応 (iodoform reaction) を示す。  
 (c) 酸化 (oxidation) すると、カルボン酸 (carboxylic acid) を生成する。

|   | a  | b                            | c                                       |
|---|--|------------------------------|---|
| ① | $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$            | $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$  | $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$            |
| ② | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ | $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$  | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ |
| ③ | $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$            | $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ |
| ④ | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ | $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ | $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ |
| ⑤ | $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$            | $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ | $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$            |
| ⑥ | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ | $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$  | $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$            |

問 17 トルエン  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$  に関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを一つ選びなさい。

17

- ① 常温・常圧 (normal temperature and pressure) で、液体である。
- ② 水に溶けにくい。
- ③ 炭素原子 (carbon atom) は、すべて同一平面上 (in one plane) にある。
- ④ 1 個の水素原子 (hydrogen atom) を塩素原子 (chlorine atom) で置き換えた化合物には、3 種類の構造異性体 (structural isomer) がある。
- ⑤ 過マンガン酸カリウム水溶液  $\text{KMnO}_4$  aq で酸化 (oxidation) した後に酸性 (acidic) にすると、安息香酸 (benzoic acid) が得られる。

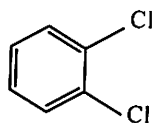
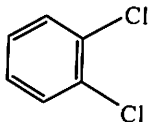


問 18 次に示す(a)~(f)のうち、互いに立体異性体 (stereoisomer) であるものが二つある。

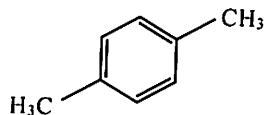
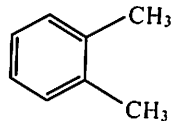
それらの組み合わせとして正しいものを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

18

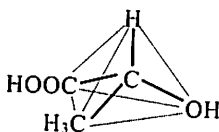
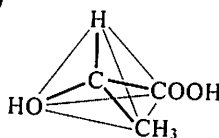
(a)



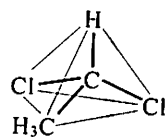
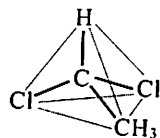
(b)



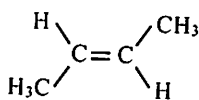
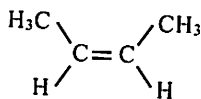
(c)



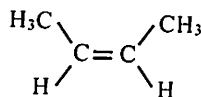
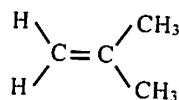
(d)



(e)



(f)



① a, c

② a, d

③ b, e

④ c, e

⑤ d, e

⑥ d, f

問 19 炭素 C, 水素 H, 酸素 O からなる 1 価 (monovalent) のカルボン酸 (carboxylic acid) 4.50 mg を完全燃焼 (complete combustion) させたところ, 6.60 mg の二酸化炭素  $\text{CO}_2$  と 2.70 mg の水  $\text{H}_2\text{O}$  を生じた。この化合物の分子式 (molecular formula) として正しいものを, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**19**

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

問 20 糖類 (saccharides) に関する次の記述①～④のうち, 誤っているもの を一つ選びなさい。

**20**

- ① グルコース (glucose), フルクトース (fructose), ガラクトース (galactose) の分子式 (molecular formula) は, いずれも  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  である。
- ② グルコース, フルクトース, ガラクトースは, いずれも還元性 (reducing ability) を示す。
- ③ マルトース (maltose), スクロース (sucrose), ラクトース (lactose) の分子式は, いずれも  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  である。
- ④ マルトース, スクロース, ラクトースは, いずれも還元性を示す。

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。