

2021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 ~ 37
生物	39 ~ 55

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。

<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°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 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 Mg : 24 Br : 80

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 物質の構成粒子 (constituent particle) に関する次の記述①～⑤において、A 欄の数に対応する数値を B 欄に示してある。このうち、B 欄の数値が誤っているものを一つ選びなさい。

1

	A	B
①	水素イオン H^+ の電子 (electron) の数	0
②	He 原子の陽子 (proton) の数	2
③	Na 原子の M 殻 (M shell) に入っている電子の数	2
④	C 原子の価電子 (valence electron) の数	4
⑤	$^{37}_{17}\text{Cl}$ 原子の中性子 (neutron) の数	20

問2 次の①～⑤の分子またはイオン (ion) のうち、最も多くの共有電子対 (shared electron pair) をもつものを、一つ選びなさい。

2

- ① アンモニア (ammonia)
- ② 窒素 (nitrogen)
- ③ 硫化水素 (hydrogen sulfide)
- ④ オキシニウムイオン (oxonium ion)
- ⑤ アンモニウムイオン (ammonium ion)

問3 次の化合物①～⑤のうち、分子が平面構造 (planar structure) をとらないものを、一つ
 選びなさい。

3

- ① ベンゼン (benzene)
- ② 水 (water)
- ③ ナフタレン (naphthalene)
- ④ アンモニア (ammonia)
- ⑤ ホルムアルデヒド (formaldehyde)

問4 二酸化炭素 CO_2 、二酸化ケイ素 SiO_2 、酸化カルシウム CaO が固体状態にあるとき、
 それぞれの結晶 (crystal) の分類として正しいものを、下表の①～⑥の中から一つ選
 びなさい。

4

	二酸化炭素	二酸化ケイ素	酸化カルシウム
①	イオン結晶 (ionic crystal)	共有結合 (covalent bond) の 結晶	分子結晶 (molecular crystal)
②	イオン結晶	分子結晶	共有結合の結晶
③	共有結合の結晶	イオン結晶	分子結晶
④	共有結合の結晶	分子結晶	イオン結晶
⑤	分子結晶	イオン結晶	共有結合の結晶
⑥	分子結晶	共有結合の結晶	イオン結晶

問5 マグネシウム Mg が塩酸 HCl aq と反応すると、次式のように水素 H_2 が発生する。



さまざまな量のマグネシウムに、ある濃度の塩酸 4.0 mL を反応させたところ、発生した水素の 20 °C, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ での体積は、次表のようになった。

マグネシウムの質量 [g]	0.018	0.037	0.052	0.070	0.085
水素の体積 [mL]	18	37	48	48	48

ただし、水素は水に溶けず、気体 1.00 mol は 24.0 L を占めるものとする。

この実験で反応するマグネシウムの最大質量 [g] と、用いた塩酸の濃度 [mol/L] の正しい組み合わせを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

	マグネシウムの最大質量 [g]	塩酸の濃度 [mol/L]
①	0.048	0.25
②	0.048	0.50
③	0.048	1.0
④	0.051	0.25
⑤	0.051	0.50
⑥	0.051	1.0

問6 体積を変えられる密閉容器 (closed container) に、水素 H_2 を $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ と酸素 O_2 を $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 入れて点火した。水素は完全に反応して、容器内に水滴が生じた。一定温度 33°C で、容器の体積を少しずつ大きくしていくと、容器内のすべての水 H_2O が水蒸気 (water vapor) となった。そのときの容器の体積は何 L 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、 33°C での水の蒸気圧 (vapor pressure) は $5.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

6 L

- ① 0.50 ② 0.75 ③ 1.0 ④ 1.5 ⑤ 2.0

問 7 次の記述 **a**, **b** の両方にあてはまる塩を, 下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

a 2価 (divalent) の酸 (acid) と 1価 (monovalent) の塩基 (base) から生じた塩である。

b 水溶液の pH は 7 より大きい。

- ① 塩化バリウム (barium chloride)
- ② 炭酸ナトリウム (sodium carbonate)
- ③ 硫酸アンモニウム (ammonium sulfate)
- ④ 酢酸ナトリウム (sodium acetate)
- ⑤ 硝酸カルシウム (calcium nitrate)
- ⑥ 硫酸カリウム (potassium sulfate)

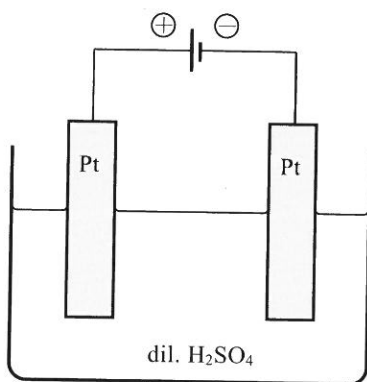
問 8 0.300 mol/L の過酸化水素水溶液 H_2O_2 aq 50.0 mL を含む硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) 溶液に, 0.200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 KMnO_4 aq を加え, 過酸化水素を完全に酸化 (oxidation) したい。必要な過マンガン酸カリウム水溶液の体積は何 mL か。最も近い値を, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8 mL

- ① 15 ② 30 ③ 75 ④ 150 ⑤ 300

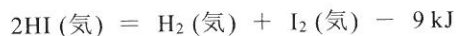
- 問 9 次の図に示す装置で、白金電極 (platinum electrode) を用いて希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$ を電気分解 (electrolysis) したとき、陽極 (anode) と陰極 (cathode) で発生した気体は標準状態で合計 672 mL だった。このとき流れた電気量 (amount of electricity) は何 C か。最も近い値を、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

9

 C

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 3.86×10^2 | ② 1.93×10^3 | ③ 3.86×10^3 | ④ 7.72×10^3 |
| ⑤ 1.93×10^4 | ⑥ 3.86×10^4 | ⑦ 7.72×10^4 | ⑧ 9.65×10^4 |

問 10 ヨウ化水素 HI を密閉容器 (closed container) に入れ、温度と圧力を一定に保つと、次の熱化学方程式 (thermochemical equation) で表される反応が起こり、平衡状態 (equilibrium state) に達した。



ここで、HI, H₂, I₂ は、常に気体状態にあるものとする。

この反応に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

10

- ① 平衡状態における HI の物質量 (amount of substance: mol) は、H₂ の物質量の 2 倍になる。
- ② 平衡状態における H₂ の物質量と I₂ の物質量は、等しいとは限らない。
- ③ 温度を低くすると、平衡状態における HI の物質量は大きくなる。
- ④ 圧力を低くすると、平衡状態における HI の物質量は大きくなる。
- ⑤ 触媒 (catalyst) を加えると、平衡状態における HI の物質量は大きくなる。

問 11 次の操作①～⑤のうち、水素 H₂ が発生しないものを、一つ選びなさい。

11

- ① 銅 Cu に希塩酸 dil. HCl を加える。
- ② カルシウム Ca に水 H₂O を加える。
- ③ ナトリウム Na にエタノール C₂H₅OH を加える。
- ④ アルミニウム Al に水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加える。
- ⑤ 白金電極 (platinum electrode) を用いて、水酸化ナトリウム水溶液を電気分解 (electrolysis) する。

問 12 次の操作 **a**～**f** の中に，化学反応 (chemical reaction) が進行しないものが二つある。

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。

12

- a** リチウム Li に水 H_2O を加える。
- b** 亜鉛 Zn に塩酸 HCl aq を加える。
- c** 銀 Ag に塩酸を加える。
- d** 銅 Cu に希硝酸 dil. HNO_3 を加える。
- e** 銅に硝酸銀水溶液 $\text{AgNO}_3 \text{ aq}$ を加える。
- f** 白金 Pt に硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 $\text{FeSO}_4 \text{ aq}$ を加える。

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

問 13 次の反応 **a**～**d** の中に，水が酸 (acid) としてはたらいっているものが二つある。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。

13

- a** $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
- b** $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- c** $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- d** $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$

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

問 14 二酸化硫黄 SO_2 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。

14

- ① SO_2 は酸化作用 (oxidizing property) によって色素 (pigment) を漂白 (bleaching) する。
- ② SO_2 を硫化水素水 $\text{H}_2\text{S aq}$ に通じると、液が白濁 (turbid and white) する。
- ③ SO_2 は無色 (colorless) で刺激臭 (irritating smell) をもつ有毒 (poisonous) な気体である。
- ④ SO_2 は水に溶けて弱い酸性 (acidic) を示す。
- ⑤ 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の過マンガン酸カリウム水溶液 $\text{KMnO}_4 \text{ aq}$ に SO_2 を通じると、過マンガン酸カリウムの赤紫色 (red-purple) が消える。

問 15 ある金属イオン (metal ion) を 1 種類含む無色 (colorless) の水溶液がある。この水溶液は次の **a**～**c** の性質を示した。この水溶液に含まれる金属イオンは何か。下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

- a** 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加えていくと、沈殿 (precipitate) を生じたが、さらに加えると沈殿は溶解 (dissolve) した。
- b** アンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を加えていくと、沈殿を生じたが、さらに加えると沈殿は溶解した。
- c** 塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq を加えても、沈殿を生じなかった。

- ① Ag^+ ② Ca^{2+} ③ Mg^{2+} ④ Pb^{2+} ⑤ Zn^{2+} ⑥ Al^{3+}

問 16 次の文章中の空欄 **A** , **B** にあてはまる数の組み合わせとして正しいものを、
下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

分子式 C_3H_5Br で示される化合物の異性体 (isomer) のうち、炭素-炭素二重結合 (carbon-carbon double bond) を一つもつ化合物の数は **A** である。この異性体の中には、二重結合に臭素 Br_2 を付加 (addition) させると、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) をもつ生成物 (product) を与えるものがある。そのような生成物を与える異性体の数は **B** である。

	A	B
①	3	1
②	3	2
③	4	1
④	4	2
⑤	5	1
⑥	5	2


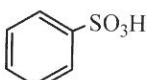
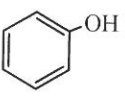
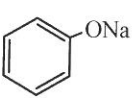
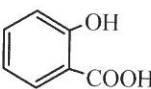
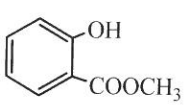
問 17 エチレン (エテン) (ethylene (ethene)) に関する次の記述①～④のうち、正しいものを一つ選びなさい。

17

- ① エチレンは無色 (colorless) の気体で、水によく溶ける。
- ② 臭素水 (bromine water) にじゅうぶんな量のエチレンを通じると、臭素水の色が消える。
- ③ 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の過マンガン酸カリウム水溶液 $\text{KMnO}_4 \text{ aq}$ にじゅうぶんな量のエチレンを通じると、過マンガン酸イオン MnO_4^- が酸化 (oxidation) されて色が消える。
- ④ エチレンが縮合重合 (condensation polymerization) すると、ポリエチレン (polyethylene) が生じる。

問 18 次表の A 欄に示した反応の生成物 (product) を B 欄に示した。B 欄が誤っているものを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

	A	B
①	$\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{Cl}_2, \text{光}}$	CCl_4
②	$\text{CaC}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$	$\text{HC}\equiv\text{CH}$
③	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \xrightarrow[\text{加熱}]{\text{脱水剤 (dehydrating agent)}}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C} \diagup \text{O} \\ \text{CH}_3-\text{C} \diagdown \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
④	 $\xrightarrow{\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4}$	
⑤	 $\xrightarrow{\text{NaOH aq}}$	
⑥	 $\xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}, \text{H}_2\text{SO}_4}$	

問 19 化合物 **A** は、分子量 (molecular weight) 80 の環式不飽和炭化水素 (cyclic unsaturated hydrocarbon) である。

A に触媒 (catalyst) を用いて水素 H_2 を付加 (addition) させたところ、環式飽和炭化水素 (cyclic saturated hydrocarbon) が得られた。その分子量は 84 であった。

また、**A** をじゅうぶんな量の臭素 Br_2 と反応させると、環式飽和炭化水素の臭化物 (bromide) が得られた。その分子量として最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

- ① 160 ② 240 ③ 320 ④ 400 ⑤ 480 ⑥ 600

問 20 次の高分子化合物 (polymer compound) **a**～**e** の中に、合成するときにホルムアルデヒド (formaldehyde) を用いるものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

20

- a** フェノール樹脂 (phenol resin)
b ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))
c ポリスチレン (polystyrene)
d ビニロン (vinylon)
e ポリ塩化ビニル (poly(vinyl chloride))

- ① **a, b** ② **a, d** ③ **a, e** ④ **b, c**
 ⑤ **b, d** ⑥ **b, e** ⑦ **c, d** ⑧ **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。