

2019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 ～ 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 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。

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) : $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

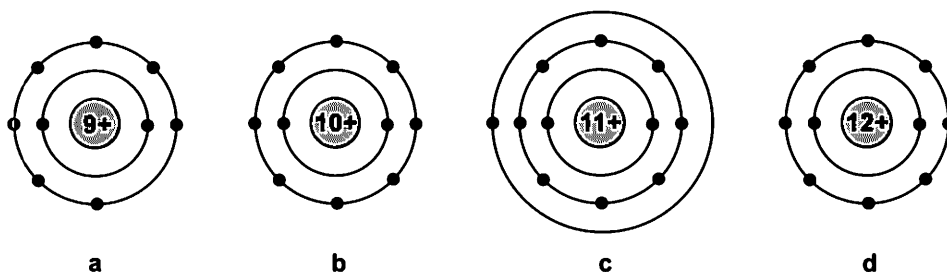
ファラデー定数 (Faraday constant) : $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Ca : 40

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 原子 (atom) またはイオン (ion) **a**～**d** は、次の図に示すような電子配置 (electron configuration) をもつ。ただし、内側の円は原子核 (atomic nucleus) を、その中の数字は陽子 (proton) の数を表す。また、外側の同心円 (concentric circle) は電子殻 (electron shell) を、黒丸は電子 (electron) を示す。



a～**d** 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。

1

- ① **a** は原子番号 (atomic number) 9 の原子を表す。
- ② 原子 **a** は 1 価 (monovalent) の陰イオン (anion) になりやすい。
- ③ 原子 **b** は原子 **a** よりもイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー : first ionization energy) が小さい。
- ④ 原子 **c** は 1 価の陽イオン (cation) になりやすい。
- ⑤ **d** は 2 価 (divalent) の陽イオンを表す。

問2 次の記述①～⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

2

- ① 1 個の最外殻電子 (outermost shell electron) を取り去るのに必要なエネルギー (energy) をイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー: first ionization energy) といい、同一周期の中では希ガス (貴ガス: noble gas) のイオン化エネルギーが最も小さい。
- ② イオン化エネルギーの大きい原子 (atom) ほど、陽イオン (cation) になりやすい。
- ③ 原子が電子 (electron) を 1 個取り込んで 1 価 (monovalent) の陰イオン (anion) になるのに必要なエネルギーを電子親和力 (electron affinity) という。
- ④ ハロゲン (halogen) の電子親和力は小さく、陰イオンになりやすい。
- ⑤ 1 価の陰イオンから電子 1 個を取り去って原子にするのに必要なエネルギーは、電子親和力に等しい。

問3 次の分子①～⑤のうち、二重結合 (double bond) と非共有電子対 (unshared electron pair) の両方をもつものを一つ選びなさい。

3

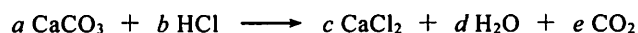
- ① C_2H_4 ② CO_2 ③ N_2 ④ NH_3 ⑤ HCN

問4 金属 M の酸化物 (oxide) MO 45 g に硝酸 HNO_3 aq を加えて完全に反応させたところ、110 g の硝酸塩 (nitrate) $\text{M}(\text{NO}_3)_2$ が得られた。金属 M の原子量に最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

- ① 27 ② 40 ③ 59 ④ 68 ⑤ 89 ⑥ 110

問5 炭酸カルシウム CaCO_3 と塩酸 HCl aq の反応で、二酸化炭素 CO_2 が発生する。この反応は次式で表される。ただし、 $a \sim e$ は係数 (coefficient) である。



2.0 mol/L の塩酸 25 mL に炭酸カルシウムを 2.0 g 加えたとき、発生する二酸化炭素の質量 (mass) を X [g] とする。また、同じ量の塩酸に炭酸カルシウムを 3.0 g 加えたとき、発生する二酸化炭素の質量を Y [g] とする。 X と Y の組み合わせとして最も適当なものを、次表の①～⑧の中から一つ選びなさい。

5

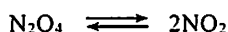
	X	Y
①	0.44	0.44
②	0.44	0.66
③	0.88	0.88
④	0.88	1.1
⑤	0.88	1.3
⑥	1.1	1.1
⑦	1.1	1.3
⑧	1.1	1.7

問6 メタン CH_4 32 g を完全燃焼 (complete combustion) させて、 15°C の水 1000 g を加熱する。発生する熱の 10 % が水の温度上昇に使われたとすると、燃焼後の水の温度は何 $^\circ\text{C}$ 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、メタンの燃焼熱 (heat of combustion) は 890 kJ/mol 、水の比熱容量 (比熱) (specific heat capacity (specific heat)) は $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

6 $^\circ\text{C}$

- ① 21 ② 27 ③ 36 ④ 42 ⑤ 57

問7 容積一定の容器に 1.0 mol の N_2O_4 を入れて一定温度に保ったところ、その 60 % が解離 (dissociation) して NO_2 になった。そのとき圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ を示して、次の平衡状態 (equilibrium state) となった。



この温度における圧平衡定数 (pressure equilibrium constant) は何 Pa 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、容器内の物質はすべて理想気体とする。

7 Pa

- ① 1.3×10^5 ② 2.3×10^5 ③ 3.0×10^5 ④ 3.6×10^5 ⑤ 4.8×10^5

問 8 60℃における硝酸カリウム KNO_3 の飽和水溶液 (saturated aqueous solution) 200 g を加熱し、水 20 g を蒸発させた後、冷却 (cooling) して 20℃にした。析出 (deposition) した硝酸カリウムは何 g 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、水 100 g に対する硝酸カリウムの溶解度 (solubility) は、20℃で 32、60℃で 109 とする。

8 g

- ① 24 ② 34 ③ 70 ④ 76 ⑤ 80

問 9 酸 (acid) と塩基 (base) に関する次の記述(a)～(c)について、その正誤の組み合わせとして正しいものを、下表の①～⑧の中から一つ選びなさい。

9

(a) 0.20 mol/L 塩酸 HCl の pH は、0.10 mol/L 硫酸 H_2SO_4 の pH よりも小さい。

(b) 10^{-8} mol/L 塩酸の pH は、7.0 よりも大きい。

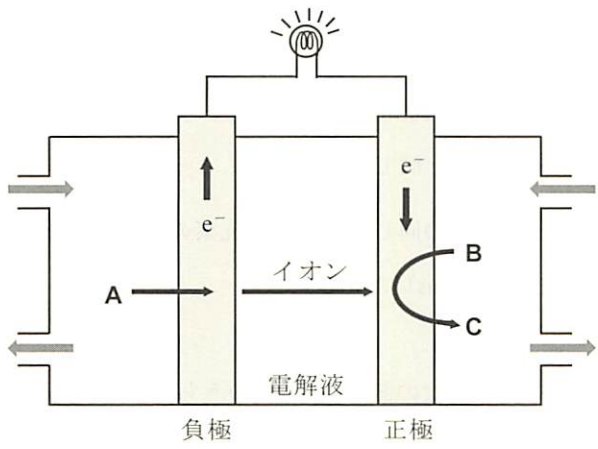
(c) 酢酸水溶液 $\text{CH}_3\text{COOH aq}$ の pH は、酢酸の濃度が高いほど大きい。

	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 10 次の図は水素 H_2 を用いた燃料電池 (fuel cell) の模式図 (schematic diagram) である。

この燃料電池は次のようにはたらく。

- ・ 負極 (anode) で、物質 **A** が酸化 (oxidation) される。
- ・ 正極 (cathode) で、物質 **B** が還元 (reduction) されて物質 **C** が生成する。
- ・ 電解液 (electrolytic solution) 中をイオン (ion) が移動する。



物質 **A**～**C** の組み合わせとして正しいものを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

	A	B	C
①	H_2	O_2	H_2O
②	H_2	H_2O	O_2
③	O_2	H_2	H_2O
④	O_2	H_2O	H_2
⑤	H_2O	H_2	O_2
⑥	H_2O	O_2	H_2

問 11 次の 2 族元素のすべてにあてはまるものを、下の記述①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

Mg Ca Sr Ba

- ① 炎色反応 (flame test) を示す。
- ② 常温 (normal temperature) で水と反応する。
- ③ 硫酸塩 (sulfate) は水によく溶ける。
- ④ 酸素 O と 1 : 1 の酸化物 (oxide) をつくり、その水溶液は酸性 (acidic) を示す。
- ⑤ 2 価 (divalent) の陽イオン (cation) の電子配置 (electron configuration) は、それぞれの同じ周期の 18 族元素と同じである。
- ⑥ 2 価の陽イオンは、それぞれの同じ周期の 1 族元素の 1 価 (monovalent) の陽イオンよりもイオン半径 (ionic radius) が小さい。

問 12 リン P とその化合物に関する次の記述(a)～(d)のうち、正しいものが二つある。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) 黄リン P_4 は、空气中で自然に発火 (ignition) するので水中に保存する。
- (b) 十酸化四リン P_4O_{10} は、風解性 (efflorescence) を示す。
- (c) 十酸化四リンを水に溶かして加熱すると、リン酸 H_3PO_4 ができる。
- (d) リン酸カリウム K_3PO_4 は、骨や歯の主な成分である。

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

問 13 次に示す水溶液(a)～(c)に、塩酸 HCl aq, アンモニア水 NH₃ aq, 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq をそれぞれ過剰量 (excess amount) 加えたとき、沈殿 (precipitate) を生じないものはどれか。組み合わせとして正しいものを、下表の①～⑧の中から一つ選びなさい。

13

(a) Ag⁺と Cu²⁺を含む水溶液

(b) Fe³⁺と Pb²⁺を含む水溶液

(c) Zn²⁺と Al³⁺を含む水溶液

	HCl aq	NH ₃ aq	NaOH aq
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	b
④	b	a	c
⑤	b	c	a
⑥	c	a	b
⑦	c	a	c
⑧	c	b	a

問 14 ある粉末状の試薬 (reagent) について、次の実験 1、実験 2 の結果が得られた。下の
①～⑤のうち、この試薬として最も適当なものを一つ選びなさい。

14

実験 1 この試薬は水にすみやかに溶けて、その水溶液は酸性 (acidic) であった。

実験 2 実験 1 の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加えると、刺激臭 (irritating
smell) が確認された。

- ① 塩化アンモニウム NH_4Cl
- ② 塩化カルシウム CaCl_2
- ③ グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- ④ 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3
- ⑤ 硫酸水素ナトリウム NaHSO_4

問 15 次の記述(a)～(e)は、金属 Ag, Cu, Fe, Zn について述べたものである。記述中の A～D にあてはまる金属はどれか。正しい組み合わせを、下表の①～⑧の中から一つ選びなさい。

15

- (a) A と B は希硫酸 dil. H_2SO_4 に溶けて水素 H_2 を発生するが、C と D は溶けない。
 (b) C の塩の水溶液に D を浸すと、D の表面に C が析出 (deposition) する。
 (c) A は、硝酸 HNO_3 に溶けて水素を発生する。
 (d) B は希硝酸 dil. HNO_3 に溶けて水素を発生するが、濃硝酸 conc. HNO_3 には不動態 (passive state) となって溶けない。
 (e) C と D はいずれも硝酸に溶けて、窒素酸化物 (nitrogen oxide) を発生する。

	A	B	C	D
①	Ag	Cu	Fe	Zn
②	Ag	Fe	Zn	Cu
③	Cu	Ag	Zn	Fe
④	Cu	Zn	Fe	Ag
⑤	Fe	Zn	Cu	Ag
⑥	Zn	Cu	Ag	Fe
⑦	Zn	Fe	Ag	Cu
⑧	Zn	Fe	Cu	Ag

問 16 エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ と酢酸 CH_3COOH 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。

16

- ① エタノールより酢酸の方が融点 (melting point), 沸点 (boiling point) とともに高い。
- ② エタノールはヨウ素 I_2 と水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加えると, 黄色の沈殿 (precipitate) を生じるが, 酢酸は生じない。
- ③ 酢酸は十酸化四リン P_4O_{10} で, エタノールは濃硫酸 $\text{conc. H}_2\text{SO}_4$ で, それぞれ脱水縮合 (dehydration condensation) をおこす。
- ④ どちらも金属ナトリウム Na と反応して水素 H_2 を発生する。
- ⑤ どちらも炭酸水素ナトリウム水溶液 $\text{NaHCO}_3 \text{aq}$ を加えると, 二酸化炭素 CO_2 を発生する。

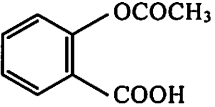
問 17 エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ に関する次の記述①～⑤のうち, 正しいものを一つ選びなさい。

17

- ① 2 個の C 原子と 1 個の O 原子は同一直線上 (on the same straight line) にある。
- ② アセチレン $\text{HC}\equiv\text{CH}$ に水 H_2O を付加 (addition) してつくられる。
- ③ 異性体 (isomer) の関係にあるジメチルエーテル CH_3OCH_3 より沸点 (boiling point) が高い。
- ④ 金属ナトリウム Na と反応して二酸化炭素 CO_2 を発生する。
- ⑤ 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の二クロム酸カリウム水溶液 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{aq}$ で酸化 (oxidation) すると, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ ができる。

問 18 A 欄に示す化合物を，B 欄に示す操作により実験室で合成したい。次表の a～d のうち，B 欄の記述が正しいものが二つある。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。

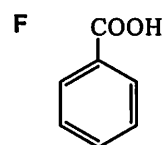
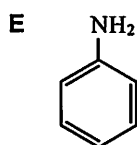
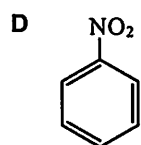
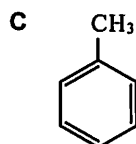
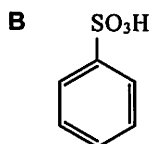
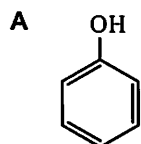
18

	A	B
a	CH_4	酢酸ナトリウム CH_3COONa と水酸化ナトリウム NaOH の混合物を加熱する。
b	CH_3COCH_3	プロパノール $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{OH}$ を硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の二クロム酸カリウム水溶液 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ aq}$ で酸化 (oxidation) する。
c	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	酢酸 CH_3COOH とエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の混合物に少量の濃硫酸 conc. H_2SO_4 を加えて加熱する。
d		サリチル酸 $o\text{-C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$ とメタノール CH_3OH の混合物に少量の濃硫酸を加える。

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

問 19 次の構造式 (structural formula) A~F で示される化合物に関する下の記述①~⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

19



- ① A の水溶液は、中性 (neutral) である。
- ② B の水溶液は、弱酸性 (weakly acidic) を示す。
- ③ C は、水にも有機溶媒 (organic solvent) にもよく溶ける。
- ④ D は、還元 (reduction) されると E になる。
- ⑤ F は、さらし粉 (主成分 $\text{CaCl}(\text{ClO})$) の水溶液によって赤紫色 (red-purple) に変化する。

問 20 次の高分子 (polymer) ①～⑤のうち、窒素 N を含まないものを一つ選びなさい。

20

- ① アルブミン (albumin)
- ② デオキシリボ核酸 (DNA) (deoxyribonucleic acid)
- ③ ナイロン 66 (nylon 6,6)
- ④ ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))
- ⑤ ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)

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。