

平成29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 ～ 53

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 , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ (= 1.00 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

Na : 23 S : 32 Ca : 40 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 次の分子①～⑤のうち、共有電子対 (shared electron pair) の数と非共有電子対 (unshared electron pair) の数が等しいものを、一つ選びなさい。

1

- ① N_2 ② Cl_2 ③ CH_4 ④ NH_3 ⑤ H_2O

問 2 周期表の第 3 周期 (third period) までの元素やそのイオン (ion) に関する次の記述 (a)～(e)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。

2

- (a) 炭素 C とケイ素 Si は L 殻 (L shell) の電子数 (number of electrons) が等しい。
(b) フッ化物イオン F^- とアルミニウムイオン Al^{3+} の電子数は互いに等しい。
(c) リチウム Li はヘリウム He 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) が大きい。
(d) フッ素 F は酸素 O よりも電子親和力 (electron affinity) が大きい。
(e) マグネシウムイオン Mg^{2+} は酸化物イオン O^{2-} よりイオン半径 (ionic radius) が大きい。

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

問 3 ある元素 X と酸素 O は化合物 XO_2 を形成する。元素 X として、この条件を満たすものが次の(a)～(e)のうち、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。

3

(a) Al (b) Fe (c) Mg (d) Mn (e) Si

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

問 4 次の気体①～⑤を、それぞれ同じ容積の容器に入れて同じ温度に保ったとき、最も圧力が高くなるものを一つ選びなさい。ただし、いずれも理想気体 (ideal gas) であるとする。

4

- ① 2.8 g の C_2H_4
- ② 3.4 g の H_2S
- ③ 4.5 g の NO
- ④ 1.4 g の CO
- ⑤ 3.4 g の NH_3

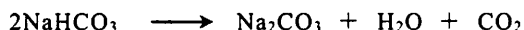
問5 メタノール (methanol) が完全燃焼 (complete combustion) するとき、反応する酸素 O_2 と生成する二酸化炭素 CO_2 との物質質量 (amount of substance ; mol) の比 ($O_2 : CO_2$) として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 5

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

問6 20℃の水 100 g に対する硝酸カリウム KNO_3 の溶解度 (solubility) は 32 g である。20℃での硝酸カリウム飽和溶液 (saturated solution) の質量パーセント濃度 (mass percent concentration) は何%か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 6 %

- ① 3.1 ② 4.1 ③ 24 ④ 32 ⑤ 47

問7 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 4.2 g を、窒素 N_2 (27°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で満たされた 1.0 L の容器に入れて密閉し、 327°C に加熱したところ、次の熱分解 (pyrolysis) が起こった。

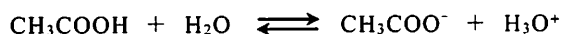


反応が完結したとき、容器内の圧力は 327°C で何 Pa か。最も近い値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、固体の NaHCO_3 の体積は無視でき、また生成する CO_2 、 H_2O は理想気体 (ideal gas) であるとする。

7 Pa

- ① 1.2×10^5 ② 2.5×10^5 ③ 3.2×10^5
 ④ 4.5×10^5 ⑤ 5.0×10^5 ⑥ 7.0×10^5

問8 酢酸 CH_3COOH の水溶液中では、次の電離平衡 (electrolytic dissociation equilibrium) が成立している。



この水溶液に次の操作(a)～(d)をおこなったとき、平衡 (equilibrium) が右に移動するものが二つある。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。

8

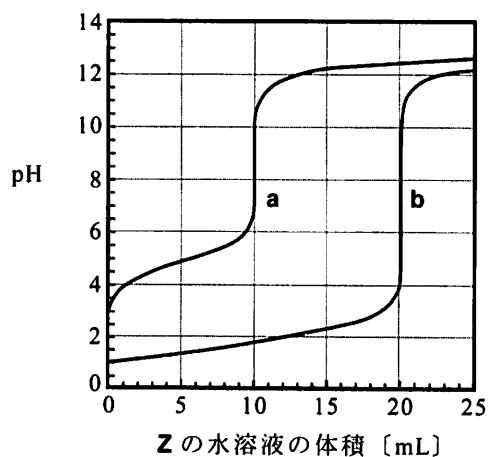
- (a) 水を加える。
 (b) 酢酸ナトリウム CH_3COONa を加える。
 (c) 水酸化ナトリウム NaOH を加える。
 (d) 塩化水素 HCl を通じる。

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

問 9 次の操作 **A**、**B** により、それぞれ下の滴定曲線 (titration curve) **a**、**b** を得た。

操作 **A** : 0.1 mol/L の **X** の水溶液 10 mL に、0.1 mol/L の **Z** の水溶液を加えた。

操作 **B** : 0.1 mol/L の **Y** の水溶液 10 mL に、0.1 mol/L の **Z** の水溶液を加えた。

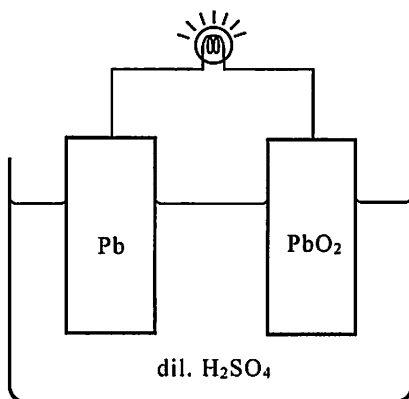


X、**Y**、**Z** の組み合わせとして正しいものを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

	X	Y	Z
①	HCl	H ₂ SO ₄	NH ₃
②	HCl	H ₂ SO ₄	NaOH
③	CH ₃ COOH	HCl	NH ₃
④	CH ₃ COOH	HCl	NaOH
⑤	CH ₃ COOH	H ₂ SO ₄	NH ₃
⑥	CH ₃ COOH	H ₂ SO ₄	NaOH

問 10 次図で示される鉛蓄電池 (lead storage battery) に関する下の記述①～④のうち、正しいものを一つ選びなさい。

10

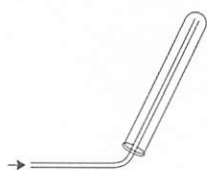
- ① 放電 (discharge) するとき、電流 (electric current) は Pb 電極から PbO₂ 電極へ流れる。
- ② 充電 (charge) するときは、外部電源の正極 (cathode) を Pb 電極に接続する。
- ③ Pb 電極の質量 (mass) は、放電により増える。
- ④ 希硫酸 dil. H₂SO₄ の密度 (density) は、充電により小さくなる。

問 11 次の物質(a)～(c)のうち、硫酸 H_2SO_4 との反応で二酸化硫黄 SO_2 を発生するものはどれか。また発生する SO_2 を集める方法は下の(i)～(iii)のうちのどれか。それら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。

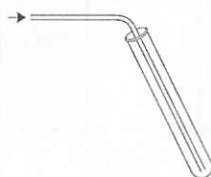
11

(a) Zn (b) FeS (c) Na_2SO_3

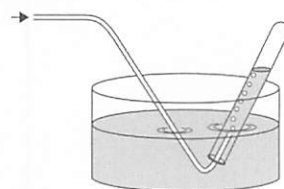
(i) 上方置換
(upward delivery)



(ii) 下方置換
(downward delivery)



(iii) 水上置換
(displacement of water)



	A	B
①	a	i
②	a	ii
③	b	i
④	b	iii
⑤	c	ii
⑥	c	iii

問 12 炭酸カルシウム CaCO_3 を強熱したところ、白色の固体が 14 g 生じた。この反応によって発生した気体の体積は、標準状態で何 L か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12 L

- ① 1.4 ② 2.7 ③ 3.8 ④ 4.5 ⑤ 5.6 ⑥ 8.4

問 13 ハロゲン (halogen) X ($\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) に関する次の記述(a)～(f)のうち、下線部が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。

13

- (a) X は、すべて周期表の 17 族 に属する。
(b) X_2 は、すべて 有色の物質 である。
(c) X_2 は、分子量 (molecular weight) が大きいものほど、沸点 (boiling point) が高い。
(d) X_2 は、分子量が小さいものほど、酸化力 (oxidizing power) が強い。
(e) X_2 は、すべて 常温・常圧 (normal temperature and pressure) で気体 である。
(f) X_2 は、すべて 水と反応しやすい。

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

問 14 金属とそのイオン (ion) に関する次の記述(a)～(e)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。

14

- (a) 亜鉛イオン Zn^{2+} を含む酸性 (acidic) の水溶液に硫化水素 H_2S を通じると、硫化亜鉛 ZnS の沈殿 (precipitate) が生じる。
- (b) 水銀 Hg の合金 (alloy) は、アマルガム (amalgam) とよばれる。
- (c) アルミニウム Al は、酸化アルミニウム水溶液 $\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ aq}$ の電気分解 (electrolysis) で得られる。
- (d) 黄銅 (brass) は、銅 Cu とスズ Sn との合金である。
- (e) 鉛(Ⅱ)イオン Pb^{2+} を含む水溶液に硫酸ナトリウム Na_2SO_4 を加えると、硫酸鉛(Ⅱ) PbSO_4 の沈殿が生じる。

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

問 15 Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} の 3 種類の金属イオン (metal ion) を含む水溶液がある。この水溶液に次の操作 **A**, **B** をおこなった。**A**, **B** のそれぞれで生じた沈殿 (precipitate) **X**, **Y** に含まれる金属イオンは何か。それら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。

15

操作**A**：希塩酸 dil. HCl を加えて、沈殿 **X** を得た。

操作**B**：希塩酸を加えて生じた沈殿 **X** をろ過 (filtration) して得たる液 (filtrate) に、硫化水素 H_2S を通じて沈殿 **Y** を得た。

	X に含まれる金属イオン	Y に含まれる金属イオン
①	Ag^+	Cu^{2+}
②	Ag^+	Fe^{3+}
③	Cu^{2+}	Ag^+
④	Cu^{2+}	Fe^{3+}
⑤	Fe^{3+}	Ag^+
⑥	Fe^{3+}	Cu^{2+}

問 16 ブタン $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ の 2 個の水素原子 H を 2 個の塩素原子 Cl で置換 (substitution) した化合物の構造異性体 (structural isomer) はいくつあるか。正しいものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。なお、鏡像異性体 (enantiomer) は、構造異性体に含まれない。

16

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7 ⑥ 8

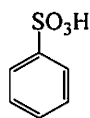
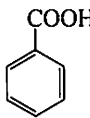
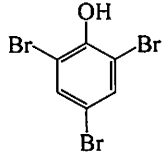
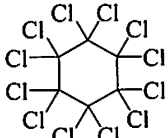
問 17 ベンゼン (benzene) に関する次の記述(a)~(d)について、その正誤の組み合わせとして正しいものを、下表の①~⑤の中から一つ選びなさい。

17

- (a) ベンゼン分子では、すべての原子が同じ平面 (plane) の上にある。
- (b) ベンゼンの分子式 (molecular formula) は、 C_6H_6 である。
- (c) ベンゼンに常温 (normal temperature) で塩素 Cl_2 を含む水と反応させると、塩素が付加 (addition) する。
- (d) ベンゼンは、空気中で燃やすと、多量のすす (soot) を出して燃える。

	a	b	c	d
①	正	正	正	正
②	正	正	誤	正
③	正	誤	誤	正
④	誤	正	正	正
⑤	誤	正	正	誤

問 18 次表の(a)~(d)の A 欄には反応に関わる操作を, B 欄にはそれによって得られる主な生成物 (product) を示している。このうち, B 欄の生成物が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。 18

	A	B
a	ベンゼン (benzene) に濃硝酸 conc. HNO_3 と濃硫酸 conc. H_2SO_4 の混合物を作用させる。	
b	触媒 (catalyst) を用いてトルエン (toluene) を空気酸化 (air oxidation) する。	
c	フェノール (phenol) の水溶液に臭素水 (bromine water) を加える。	
d	ベンゼンに鉄粉 (iron powder) を触媒として, 塩素 Cl_2 を作用させる。	

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

問 19 あるアルケン (alkene) 1.4 g に臭素 Br_2 をじゅうぶんに付加 (addition) させたところ、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) を 2 個含む生成物 (product) が 5.4 g 得られた。このアルケンとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

- | | | |
|--|---|---|
| ① $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ | ② $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$ | ③ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ |
| ④ $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | ⑤ $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3$ | ⑥ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ |

問 20 次表の高分子 (polymer) とそれに含まれる官能基 (functional group) の組み合わせとして正しいものを、①～⑤の中から一つ選びなさい。

20

	高分子	官能基
①	ナイロン 66 (6,6-ナイロン) (nylon 6,6)	アミド結合 (amide bond)
②	フェノール樹脂 (phenol resin)	カルボニル基 (carbonyl group)
③	ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)	エステル結合 (ester bond)
④	ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))	ヒドロキシ基 (hydroxy group)
⑤	ポリプロピレン (polypropylene)	エーテル結合 (ether bond)

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。