

平成28年度
日本留学試験(第2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 ～ 36
生物	37 ～ 50

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 , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ (= 1.00 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 Cl : 35.5

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																		

理科-24

問1 マンガン(Ⅱ)イオン Mn^{2+} の質量数 (mass number) は 55 であり, 23 個の電子 (electron) をもっている。マンガン(Ⅱ)イオンは何個の中性子 (neutron) をもつか。正しい数を, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

1

- ① 23 ② 25 ③ 30 ④ 32 ⑤ 55

問2 次の原子 (atom) やイオン (ion) の組み合わせ①～⑤のうち, 電子配置 (electron configuration) が互いに同じものを, 一つ選びなさい。

2

- ① Cl^- と Na^+ ② H^+ と He ③ Na^+ と Ca^{2+}
④ Ne と Mg^{2+} ⑤ Cl^- と Br^-

問3 周期表に関する次の記述(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。

3

- (a) 同じ族の元素は, 常温・常圧 (normal temperature and pressure) で固体・液体・気体のいずれかの同じ状態にある。
(b) 同じ周期の典型元素 (main group element) は, 18 族 (group 18) を除いて, 一般に族の番号が大きいほど電気陰性度 (electronegativity) が大きい。
(c) 遷移元素 (transition element) は, 第 3～7 周期 (third to seventh period) にある。
(d) 18 族の元素を希ガス (貴ガス: noble gas) とよぶ。
(e) 知られている元素のうちのほぼ半分は, 非金属元素 (nonmetallic element) である。

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

問4 塩化ナトリウム NaCl とヨウ素 I_2 の混合物を分離するのに適当な方法が、次の(a)～(e)の中に二つある。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。

4

- (a) 蒸留 (distillation)
- (b) 昇華 (sublimation)
- (c) 再結晶 (recrystallization)
- (d) 抽出 (extraction)
- (e) 分留 (fractional distillation)

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

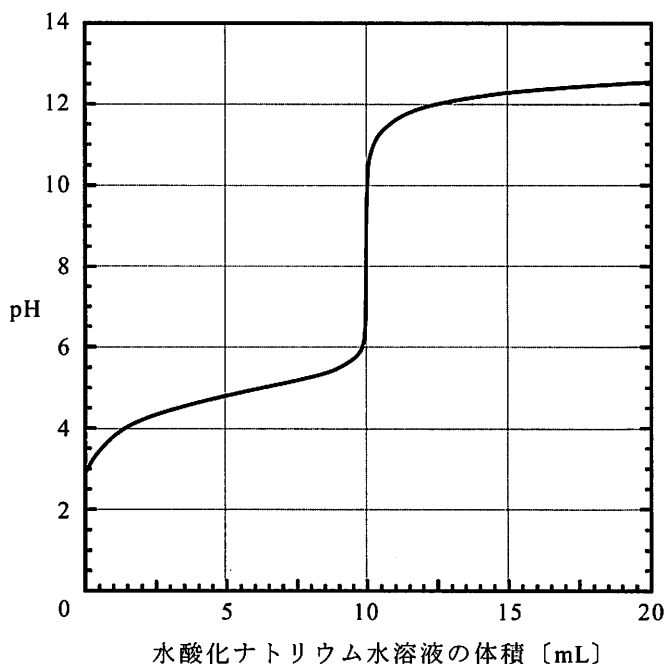
問5 次の気体①～⑤のうち、それぞれ 1 g 中に含まれる分子の数が最も多いものを、一つ選びなさい。

5

- ① 酸素 (oxygen)
- ② 窒素 (nitrogen)
- ③ 塩素 (chlorine)
- ④ 一酸化窒素 (nitrogen monoxide)
- ⑤ 二酸化炭素 (carbon dioxide)

問6 0.1 mol/L のある酸 **A** の水溶液 10mL に適当な指示薬 (indicator) **B** を加えて、0.1mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq で滴定 (titration) しながら pH を測定すると、次に示す滴定曲線 (titration curve) が得られた。このとき、**A** と **B** 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。

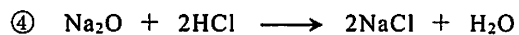
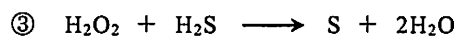
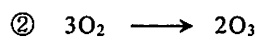
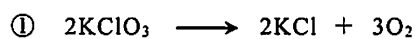
6



	A	B
①	CH ₃ COOH	フェノールフタレイン (phenolphthalein)
②	CH ₃ COOH	メチルオレンジ (Methyl Orange)
③	HCl	フェノールフタレイン
④	HCl	メチルオレンジ
⑤	H ₂ SO ₄	フェノールフタレイン
⑥	H ₂ SO ₄	メチルオレンジ

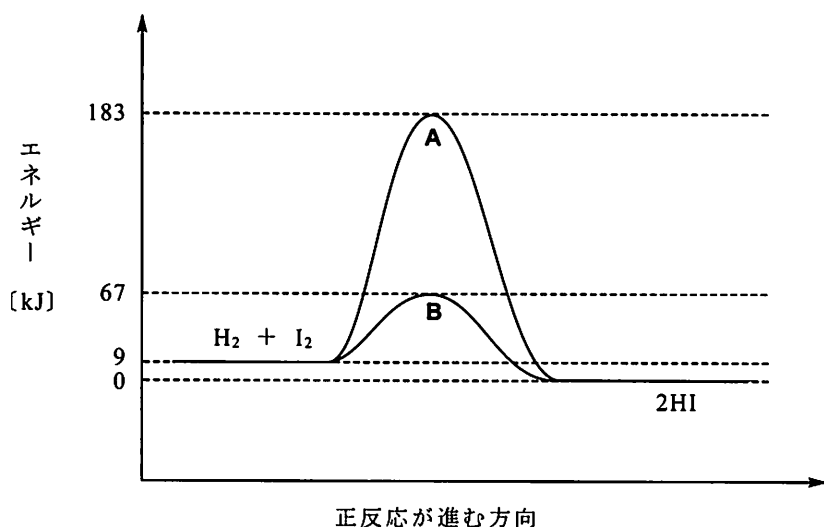
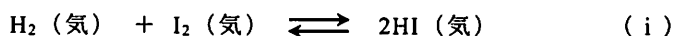
問 7 次の化学反応 (chemical reaction) ①～④のうち、酸素 O の酸化数 (oxidation number) が減少しているものを、一つ選びなさい。

7



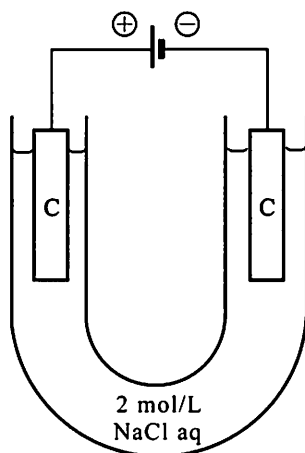
- 問 8 下図は、可逆反応（reversible reaction）（i）の進行に伴うエネルギー（energy）の変化を示したものである。反応経路（reaction path）**A** は触媒（catalyst）のない場合であり、反応経路 **B** ではある触媒を用いている。それらに関する記述①～⑥のうち、正しいものを一つ選びなさい。

8



- ① (i) の正反応（forward reaction）が **A** を通るとき、活性化エネルギー（activation energy）は 183 kJ/mol である。
- ② (i) の逆反応（reverse reaction）が **B** を通るとき、活性化エネルギーは 58 kJ/mol である。
- ③ (i) の正反応が **A** を通るときの反応熱（heat of reaction）は、**B** を通るときの反応熱よりも大きい。
- ④ 同じ温度で、**A** を通るときの平衡定数（equilibrium constant）は、**B** を通るときの平衡定数よりも大きい。
- ⑤ ある反応容器内で (i) の平衡（equilibrium）が成り立っているとき、温度一定で容積を小さくすると HI の割合が増加する。
- ⑥ ある反応容器内で (i) の平衡が成り立っているとき、容器内の温度を下げると HI の割合が増加する。

問 9 2 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq を U 字管 (U-tube) に入れ, 炭素電極 (graphite electrode) C を用いて, 3 V の電圧 (voltage) で電気分解 (electrolysis) を行った。



次の記述(a)~(d)の中に, このとき観察される現象として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。

9

- (a) 陽極 (anode) からのみ, 気体が発生した。
- (b) U 字管の口に, 純水 (pure water) でぬらしたヨウ化カリウムデンプン紙 (potassium iodide-starch paper) を近づけると, 陽極側で青色に変化した。
- (c) U 字管の底に白色沈殿 (white precipitate) が生じた。
- (d) 電気分解後, U 字管の口からフェノールフタレイン (phenolphthalein) の水溶液を滴下 (add drop by drop) すると, 陰極 (cathode) 付近の水溶液が赤色に変化した。

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

問 10 温度 20°C ，圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において，酸素 (oxygen) は水 1.0 L あたり $1.4 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 溶解する (dissolve)。 20°C ， $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で水 2.0 L に溶解する酸素は，標準状態に換算すると何 L か。最も近い値を，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10 L

- ① 0.031 ② 0.063 ③ 0.16 ④ 0.31 ⑤ 0.63

問 11 次表①～⑥は，実験操作とそれにより発生する気体の性質を示している。気体の性質として誤っているものを，一つ選びなさい。

11

	実験操作	気体の性質
①	硫化鉄(Ⅱ) FeS に希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$ を加える	還元作用 (reducing property) をもつ
②	濃塩酸 conc. HCl に酸化マンガン(Ⅳ) MnO_2 を加えて加熱する	酸化作用 (oxidizing property) をもつ
③	水にカルシウム Ca を加える	最も軽い気体である
④	銅 Cu に希硝酸 dil. HNO_3 を加える	褐色 (brown) である
⑤	銅に濃硫酸 $\text{conc. H}_2\text{SO}_4$ を加えて加熱する	漂白作用 (bleaching property) をもつ
⑥	石灰石 CaCO_3 に希塩酸 dil. HCl を加える	水に溶けて弱酸性 (weak acidity) を示す

問 12 ハロゲン (halogen) X ($X = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) に関する次の記述①～⑥のうち、

誤っているものを一つ選びなさい。

12

- ① X_2 の沸点 (boiling point) を比較したとき、最も沸点が低いものは F_2 である。
- ② X_2 の酸化力 (oxidizing power) を比較すると、分子量 (molecular weight) の小さいものほど酸化力が強い。
- ③ HX の沸点を比較したとき、最も沸点が低い物質は HCl である。
- ④ フッ化水素 HF の水溶液の保存には、プラスチック (plastic) のびんを用いる。
- ⑤ 次亜塩素酸 HClO は酸化作用 (oxidizing property) を示す。
- ⑥ フッ化銀 AgF は水に溶けにくい。

問 13 14 族元素 (group 14 element) に関する次の記述①～⑦のうち、誤っているものを一つ選びなさい。

13

- ① 炭素 C は、共有結合の結晶 (covalent crystal) をつくる。
- ② 炭素の同素体 (allotrope) は、いずれも電気をよく通す。
- ③ ケイ素 Si は、ケイ砂 (quartz sand) を炭素で還元 (reduction) することにより得られる。
- ④ ケイ素は、半導体 (semiconductor) である。
- ⑤ スズ Sn は、酸 (acid) と塩基 (base) の水溶液のいずれとも反応し、水素 H_2 を発生する。
- ⑥ 鉛 Pb は、常温 (normal temperature) では希硫酸 dil. H_2SO_4 に溶けにくい。
- ⑦ 鉛は、放射線 (radiation) のしゃへい材 (shielding material) として用いられる。

問 14 次の記述(a)～(e)のうち、アルミニウム Al と鉄 Fe に共通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。

14

- (a) どちらも遷移元素 (transition element) である。
- (b) どちらも 3 価 (trivalent) の陽イオン (cation) になる。
- (c) どちらも塩酸 HCl aq と反応して水素 H_2 を発生する。
- (d) どちらも水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq と反応して水素を発生する。
- (e) どちらも塩化亜鉛水溶液 $ZnCl_2$ aq に入れると亜鉛 Zn が析出する (deposit)。

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

問 15 酸化物 (oxide) が関与する反応についての記述①～⑤のうち、下線部に示す生成物 (product) が誤っているものを、一つ選びなさい。

15

- ① 酸化アルミニウム Al_2O_3 は、水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq と反応して テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム $Na[Al(OH)_4]$ を生じる。
- ② 酸化カルシウム CaO は、塩酸 HCl aq と反応して 水酸化カルシウム $Ca(OH)_2$ を生じる。
- ③ 酸化マンガン (IV) MnO_2 は、過酸化水素 H_2O_2 から 酸素 O_2 を生じる反応の触媒 (catalyst) としてはたらく。
- ④ 酸化ナトリウム Na_2O は、水と反応して 水酸化ナトリウム NaOH を生じる。
- ⑤ 十酸化四リン P_4O_{10} は、水に溶かして熱すると リン酸 H_3PO_4 を生じる。

問 16 アルカン (alkane) とアルケン (alkene) に関する次の記述(a)~(d)について、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。 **16**

- (a) アルカンは、硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の過マンガン酸カリウム水溶液 $\text{KMnO}_4 \text{ aq}$ で酸化 (oxidation) されやすい。
- (b) 直鎖アルカン (straight chain alkane) は、炭素原子 C が多いほど沸点 (boiling point) が高い。
- (c) 炭素数 (number of carbon atoms) が同じアルケンのシス体 (cis form) とトランス体 (trans form) は、同じ融点 (melting point) を示す。
- (d) アルケンは、一般に付加反応 (addition reaction) を受けやすい。

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

問 17 カルボン酸 (carboxylic acid) およびその塩に関する次の記述①～⑤のうち、

誤りであるものを一つ選びなさい。

17

- ① フタル酸 (phthalic acid) は、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) をもつ。
- ② シュウ酸 (oxalic acid) は、二価カルボン酸 (dicarboxylic acid) である。
- ③ リノール酸 (linoleic acid) は、高級脂肪酸 (higher fatty acid) に分類される。
- ④ トルエン (toluene) を硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の過マンガン酸カリウム KMnO_4 で酸化 (oxidation) すると、安息香酸 (benzoic acid) が生成する。
- ⑤ ナトリウムフェノキシド (sodium phenoxide) と二酸化炭素 CO_2 を高温・高圧 (high temperature and pressure) で反応させると、サリチル酸ナトリウム (sodium salicylate) が生成する。

問 18 酢酸ナトリウム CH_3COONa 8.2 g と過剰 (excess) の水酸化ナトリウム NaOH を試験管 (test tube) に入れて加熱したところ、反応は完全に進んでメタン CH_4 が発生した。このとき発生したメタンは、標準状態で何 L か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18 L

- ① 1.0 ② 1.6 ③ 2.2 ④ 3.4 ⑤ 4.4

問 19 次表のポリマー (polymer) とその原料のモノマー (monomer) の組み合わせとして正しいものを、①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

	ポリマー	モノマー
①	グリコーゲン (glycogen)	マルトース (maltose)
②	タンパク質 (protein)	アミノ酸 (amino acid)
③	DNA (デオキシリボ核酸) (deoxyribonucleic acid)	リボース (ribose)
④	天然ゴム (natural rubber)	プロペン (プロピレン) (propene (propylene))
⑤	ポリアミド (polyamide)	アニリン (aniline)
⑥	ポリエステル (polyester)	エテン (エチレン) (ethene (ethylene))

問 20 アミノ酸 (amino acid) に関する記述①～⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

20

- ① α -アミノ酸を構成するカルボキシ基 (carboxy group) とアミノ基 (amino group) の数は、それぞれ一つである。
- ② すべての α -アミノ酸には、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) がある。
- ③ α -アミノ酸には、炭素 C、水素 H、酸素 O、窒素 N のみが含まれる。
- ④ すべての必須アミノ酸 (essential amino acid) は、ヒトの体内で合成される。
- ⑤ α -アミノ酸の分子間で、一方のカルボキシ基ともう一方のアミノ基が脱水縮合 (dehydration condensation) して生じる化合物は、ペプチド (peptide) とよばれる。

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。