

平成26年度
日本留学試験(第2回)

試験問題

The Examination

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 , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (= 1.0 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 Mg : 24 Cl : 35

Cu : 64 Br : 80

問 1 周期表 (periodic table) の第1周期 (first period) から第4周期に含まれる元素 (element) 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。ただし、第4周期はカリウム K で始まる周期を意味する。

1

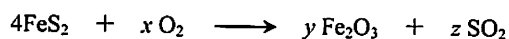
- ① アルミニウム Al は典型元素 (main group element) である。
- ② カリウム K はアルカリ土類金属 (alkaline earth metal) である。
- ③ 鉄 Fe は遷移元素 (transition element) である。
- ④ ヘリウム He は、イオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー : first ionization energy) が最も大きい。
- ⑤ フッ素 F は、電気陰性度 (electronegativity) が最も大きい。

問 2 次の化合物①～④のうち、共有結合の結晶 (covalent crystal) であるものを一つ選びなさい。

2

- ① BaSO₄ ② CaO ③ CO₂ ④ SiO₂

問 3 黄鉄鉱 (pyrite) FeS_2 と酸素 O_2 との反応は、次の化学反応式 (reaction formula) で表される。係数 (coefficient) x の値として正しいものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

- ① 5 ② 7 ③ 11 ④ 12 ⑤ 14

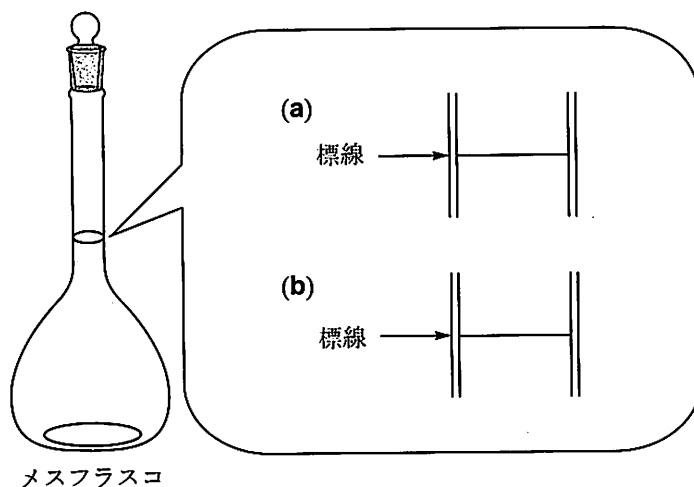
問 4 標準状態で密度 (density) が 1.25 g/L である気体を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

- ① CH_4 ② CO_2 ③ H_2 ④ N_2 ⑤ O_2

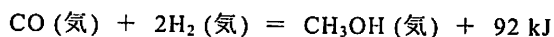
問5 容量 (volume) が 100 mL のメスフラスコ (volumetric flask) を用いて、シュウ酸 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ の 0.10 mol/L 水溶液を 100 mL つくるとき、必要なシュウ酸は何 g か。また、メスフラスコの標線 (marked line) に液量を合わせるとき、正しいのは次の(a), (b)のどちらか。組み合わせとして正しいものを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5



	必要なシュウ酸の量 [g]	液量の正しい合わせ方
①	0.90	a
②	0.90	b
③	9.0	a
④	9.0	b
⑤	90	a
⑥	90	b

問 6 メタノール CH_3OH は触媒 (catalyst) を用いて、一酸化炭素 CO と水素 H_2 を反応させて合成される。この反応の熱化学方程式 (thermochemical equation) は次のようになる。



この反応が平衡状態 (equilibrium state) にあるとき、記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

- ① 平衡状態とは、正反応 (forward reaction) も逆反応 (reverse reaction) もおこらず、反応が止まった状態である。
- ② 平衡状態では、一酸化炭素とメタノールの物質量 [mol] の比は常に 1:1 である。
- ③ 触媒の量を増やすと、平衡 (equilibrium) は右向きに移動する。
- ④ 圧力を変えずに温度を高くすると、平衡は右向きに移動する。
- ⑤ 温度を変えずに圧力を高くすると、平衡は右向きに移動する。

問 7 次の水溶液 **A**, **B** に関する記述として正しいものを, 下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

7

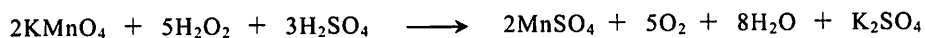
水溶液 **A** 0.050 mol/L 酢酸水溶液 $\text{CH}_3\text{COOH aq}$

(電離度 (degree of electrolytic dissociation) 0.020)

水溶液 **B** 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq

- ① **A** の pH は 4 である。
- ② **B** の pH は 12 である。
- ③ **A** 20 mL と **B** 10 mL を混合した溶液の pH は 7 である。
- ④ **A** を 100 倍に薄めると, pH は 2 大きくなる。
- ⑤ **B** を 100 倍に薄めると, pH は 2 小さくなる。

問 8 次の酸化還元反応 (oxidation-reduction reaction) に関する記述として 誤っているもの を, 下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

8

- ① H_2O_2 の O 原子の酸化数 (oxidation number) は -1 から 0 に変化した。
- ② H_2O_2 は酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらいだ。
- ③ 2 mol の KMnO_4 と 5 mol の H_2O_2 が反応するとき, 10 mol の電子 (electron) が移動した。
- ④ KMnO_4 の Mn 原子は, 電子を受け取った。
- ⑤ H_2SO_4 は, 酸性 (acidity) 条件にするために用いた。

問9 白金電極 (platinum electrode) を用いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$ を 0.25 A の電流 (electric current) で 3860 秒間電気分解 (electrolysis) した。陰極 (cathode) で生じた物質と、その質量 (mass) の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

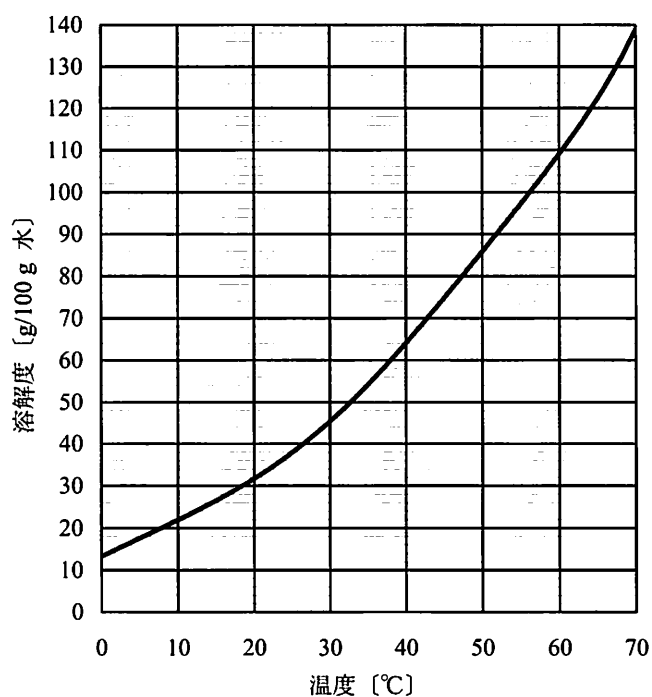
9

	陰極で生じた物質	質量 [g]
①	H_2	0.0020
②	H_2	0.010
③	Cu	0.064
④	Cu	0.32
⑤	O_2	0.016
⑥	O_2	0.080

問 10 次のグラフは、硝酸カリウム KNO_3 の水に対する溶解度 (solubility) と温度との関係を示したものである。ただし、溶解度は、水 100 g に溶ける溶質 (solute) の質量 [g] の数値で表してある。

60 °C の水 50 g に、硝酸カリウム 50 g を溶かした水溶液を 10 °C まで冷却したとき、析出 (deposit) する硝酸カリウムの質量は何 g か。最も近い値を下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10 g



- ① 4.4 ② 16 ③ 39 ④ 46 ⑤ 78

問 11 ハロゲン (halogen) 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。

11

- ① ハロゲン原子 (halogen atom) の酸化数 (oxidation number) は、 -1 以外の場合もある。
- ② ハロゲン原子は、価電子 (valence electron) を 7 個もつ。
- ③ 塩素 Cl_2 と水素 H_2 の混合物に常温 (normal temperature) で光を当てると、爆発的に反応する。
- ④ 酸化力 (oxidizing power) の強さは、 $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$ である。
- ⑤ F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 のうち、二つは常温・常圧 (normal temperature and pressure) で気体である。

問 12 次の(a)～(e)の操作のうち、塩素 Cl_2 、二酸化硫黄 SO_2 の気体の発生方法はそれぞれどれか。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。

12

- (a) 酸化マンガン(IV) MnO_2 に濃塩酸 conc. HCl を加えて加熱する。
- (b) 鉄 Fe に希硫酸 dil. H_2SO_4 を加える。
- (c) 硫化鉄(II) FeS に希硫酸を加える。
- (d) 塩化ナトリウム NaCl に濃硫酸 conc. H_2SO_4 を加えて加熱する。
- (e) 亜硫酸水素ナトリウム NaHSO_3 に希硫酸を加える。

	Cl_2	SO_2
①	a	b
②	a	c
③	a	e
④	d	b
⑤	d	c
⑥	d	e

問 13 次の化合物①～⑤のうち、下線をつけた原子 (atom) の酸化数 (oxidation number) が最も大きいものを一つ選びなさい。

13

- ① $\underline{\text{N}}\text{H}_3$ ② $\text{H}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4$ ③ $\underline{\text{Fe}}\text{Cl}_3$ ④ $\text{K}_2\underline{\text{Cr}}_2\text{O}_7$ ⑤ $\text{K}\underline{\text{Mn}}\text{O}_4$

問 14 次の化合物(a)～(d)の 0.01 mol/L 水溶液に、0.01 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$ を加えたとき、沈殿 (precipitate) が生じるものが二つある。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) BaCl_2 (b) H_2S (c) NaCl (d) ZnCl_2

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

問 15 8.0 g のマグネシウム Mg に 0.50 mol/L の塩酸 HCl aq 500 mL を加えて、水素 H_2 を発生させた。このとき生じる水素は標準状態で何 L か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、塩酸あるいはマグネシウムのどちらかは、完全に反応したものとする。

15 L

- ① 2.8 ② 3.7 ③ 5.6 ④ 7.4 ⑤ 15

問 16 分子式 (molecular formula) C_5H_{10} で表される鎖式炭化水素 (chain hydrocarbon) の異性体 (isomer) の数として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、シス-トランス異性体 (*cis-trans* isomer) がある場合には、その各々も数に含めるものとする。

16

- ① 5 ② 6 ③ 7 ④ 8 ⑤ 9

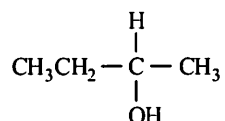
問 17 ある量のアルケン (alkene) **A** にじゅうぶんな量の塩素 Cl_2 を付加反応 (addition reaction) させたところ、生成物 (product) の質量 (mass) は **A** の質量よりも、140 g 増加した。また、同じ量の **A** にじゅうぶんな量の臭素 Br_2 を付加反応させると、460 g の生成物が得られた。**A** の炭素数 (number of carbon atoms) として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8 ⑥ 9

問 18 次の構造式 (structural formula) で示される有機化合物 (organic compound) がある。この有機化合物の反応に関する記述として正しいものを、下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18



- ① ナトリウム Na を加えると二酸化炭素 CO_2 を発生する。
- ② 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の二クロム酸カリウム水溶液 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ aq で酸化 (oxidation) されない。
- ③ 銀鏡反応 (silver mirror test) を示す。
- ④ ヨードホルム反応 (iodoform reaction) を示す。
- ⑤ 脱水 (dehydration) で生じるアルケン (alkene) は 1 種類である。

問 19 次表の **B** 欄に示す化合物の中に、**A** 欄に示す化合物の還元反応 (reduction reaction) により得られるものが二つある。そ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。

19

	A	B
a	ニトロベンゼン (nitrobenzene)	アニリン (aniline)
b	ベンゼン (benzene)	クロロベンゼン (chlorobenzene)
c	アセチレン (エチン) (acetylene (ethyne))	アセトアルデヒド (acetaldehyde)
d	アセトン (acetone)	2-プロパノール (2-propanol)
e	サリチル酸 (salicylic acid)	アセチルサリチル酸 (acetylsalicylic acid)

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

問 20 次の高分子 (polymer) (a)～(d)のうち、付加重合 (addition polymerization) で生成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。

20

- (a) ナイロン 66 (6,6-ナイロン) (nylon 6,6)
- (b) ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)
- (c) ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))
- (d) ポリ塩化ビニル (poly(vinyl chloride))

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

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。