

平成19年度
日本留学試験(第1回)

試験問題

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、解答用紙の左上にある「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。ただし、リットル (liter) はLで表す。

アボガドロ定数 (Avogadro constant) : $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

原子量 (atomic weight) H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Na : 23 S : 32 Cl : 36

Ca : 40

問1 次の①～⑤の中から、中性子 (neutron) 数と陽子 (proton) 数が等しい原子を一つ選びなさい。

1

- ① ^{12}C ② ^{15}N ③ ^{18}O ④ ^{34}S ⑤ ^{37}Cl

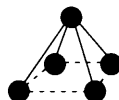
問2 次の分子(a)～(d)と、その構造(1)～(7)の最も適当な組み合わせを下の①～⑤の中から一つ
選びなさい。

2

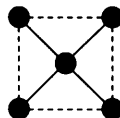
(a) メタン CH_4 (b) アンモニア NH_3

(c) 水 H_2O (d) 二酸化炭素 CO_2

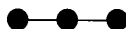
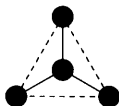
(1) 三角すい形 (triangular pyramidal) (2) 四角すい形 (square pyramidal)



(3) 正四面体形 (regular tetrahedral) (4) 平面四角形 (square planar)



(5) 平面三角形 (trigonal planar) (6) 直線 (linear) (7) 折れ線 (bent)



	a メタン	b アンモニア	c 水	d 二酸化炭素
①	4	5	7	6
②	3	5	6	7
③	3	1	7	6
④	2	1	6	7
⑤	2	1	7	6

問3 次の(a), (b)にあてはまる分子として正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

(a) 単結合 (single bond) だけでできている

(b) 常温・常圧 (normal temperature and pressure) で液体である

	a	b
①	CO ₂	H ₂ O
②	H ₂ O	Br ₂
③	CH ₃ COOH	I ₂
④	C ₂ H ₅ OH	Cl ₂
⑤	N ₂	HCl
⑥	NH ₃	CO ₂

問4 次の①～⑤の物質の中から、常温・常圧 (normal temperature and pressure) で水に溶けにくいものの一つを選びなさい。

4

- ① 塩化ナトリウム NaCl ② 塩化水素 HCl
 ③ 硝酸カリウム KNO₃ ④ ベンゼン C₆H₆
 ⑤ エタノール C₂H₅OH

問5 金属カルシウム (calcium) は面心立方格子 (face-centered cubic lattice) の結晶で、単位格子 (unit cell) あたり 4 個の原子を含む。また、密度 (density) は 1.6 g/cm³ である。単位格子の体積に最も近い値を次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5 cm³

- ① 5.8×10^{-22} ② 3.3×10^{-22} ③ 2.2×10^{-22}
 ④ 1.7×10^{-22} ⑤ 0.83×10^{-22}

問 6 25°C, 圧力 1.0×10^5 Pa (1.0 atm) の空気中において, 二酸化炭素 CO_2 の濃度を 0.040 % として, この空気と接触している水の二酸化炭素濃度に最も近い値を下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

ただし, 同じ条件で, 水 1.0 L に溶解 (dissolution) する二酸化炭素の物質量は, 0.030 mol である。また, 水に溶解する気体の質量はその気体の分圧 (partial pressure) に比例する。

6 mol/L

- ① 8.0×10^{-5} ② 8.0×10^{-6} ③ 1.2×10^{-4}
 ④ 1.2×10^{-5} ⑤ 1.3×10^{-2} ⑥ 1.3×10^{-3}

問 7 次の(a), (b)にあてはまるものとして正しい組み合わせを下の①～④の中から一つ選びなさい。

7

(a) 酸化剤 (oxidizing agent) についての説明

(b) 酸化剤として働くときの過酸化水素 H_2O_2 の反応式

	a (酸化剤)	b (反応式)
①	それ自身が酸化される物質	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
②	それ自身が酸化される物質	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{O}_2 + 2\text{e}^-$
③	相手を酸化する物質	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
④	相手を酸化する物質	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{O}_2 + 2\text{e}^-$

問 8 次の水溶液の電気分解 (electrolysis) によって、物質 1 mol が得られた。その時、最も多くの電気量を必要とした物質と水溶液の組み合わせを次表の①～⑤の中から一つ選びなさい。

8

	水溶液	得られた物質
①	CuCl_2aq	銅 Cu
②	$\text{H}_2\text{SO}_4\text{aq}$	酸素 O_2
③	AgNO_3aq	銀 Ag
④	$\text{H}_2\text{SO}_4\text{aq}$	水素 H_2
⑤	NaClaq	塩素 Cl_2

問 9 次の反応が平衡 (equilibrium) 状態にあるとき、反応を右に進ませる条件(a)～(e)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。

9



- (a) 温度を上げる (b) 温度を下げる (c) 圧力を上げる
(d) 圧力を下げる (e) 触媒 (catalyst) を加える

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

問 10 同じ圧力のもとで、物質 A の沸点 (boiling point) が物質 B の沸点より高いことを $A > B$ で表すとき、次の①～⑤の中から正しいものを一つ選びなさい。

10

- ① $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ ② $\text{Ne} > \text{Ar}$ ③ $\text{CH}_4 > \text{CCl}_4$
④ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{H}_2\text{O}$ ⑤ $\text{Hg} > \text{Fe}$

問 11 酸化物 SO_3 , SiO_2 , P_4O_{10} と、水に対する反応性(a)～(c)と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。

11

- (a) 水と反応して酸を生じる
 (b) 水と反応して塩基 (base) を生じる
 (c) 水と反応しない

	SO_3	SiO_2	P_4O_{10}
①	a	a	b
②	a	c	b
③	a	c	a
④	c	a	a
⑤	a	b	a

問 12 次の操作(1), (2)を行うと気体 A, B が発生する。この気体 A, B についての下の記述 (a)～(e)のうち、正しいものの組み合わせを下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

- (1) 塩化ナトリウム NaCl に濃硫酸 conc. H_2SO_4 を加えて熱すると気体 A が発生する。
 (2) 塩化アンモニウム NH_4Cl と水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を混ぜて加熱すると気体 B が発生する。

- (a) A は酸化力を持ち、漂白 (bleach) 作用を示す。
 (b) A, B の乾燥には濃硫酸を用いる。
 (c) A, B とも水によく溶ける。
 (d) A の密度 (density) は B の密度より小さい。
 (e) A と B を混合すると白煙を生じる。

- ① a, c ② a, d ③ b, d ④ b, e ⑤ c, e

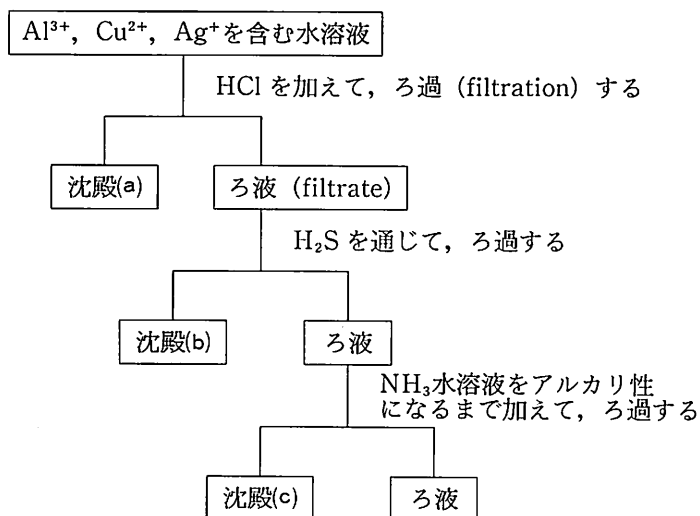
問 13 次の①～⑤の現象の中から、酸化還元反応ではないものを一つ選びなさい。

13

- ① 希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$ に亜鉛 Zn を入れると、水素 H_2 が発生する。
- ② 臭化銀 AgBr に光を当てると、銀 Ag が遊離 (liberation) する。
- ③ 硫酸銅水溶液 CuSO_4aq に亜鉛 Zn を入れると、銅 Cu が析出 (deposition) する。
- ④ ヨウ化カリウム水溶液 KIaq に塩素水 Cl_2aq を加えると、ヨウ素 I_2 が遊離する。
- ⑤ クロム酸カリウム K_2CrO_4 の黄色水溶液に酸を加えると、二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ の赤橙色水溶液になる。

問 14 金属イオン (ion) Al^{3+} , Cu^{2+} , Ag^{+} を含む水溶液がある。これについて次の図のような実験を行った。沈殿 (precipitate) (a)～(c)として沈殿したイオンは何か。そ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	b	c
①	Al^{3+}	Cu^{2+}	Ag^{+}
②	Al^{3+}	Ag^{+}	Cu^{2+}
③	Ag^{+}	Cu^{2+}	Al^{3+}
④	Ag^{+}	Al^{3+}	Cu^{2+}
⑤	Cu^{2+}	Al^{3+}	Ag^{+}
⑥	Cu^{2+}	Ag^{+}	Al^{3+}

問15 pH 12の水酸化ナトリウム水溶液NaOHaq 0.50 Lを0.50 mol/Lの硫酸 H_2SO_4 で中和したい。必要な硫酸の体積に最も近い値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15 L

- ① 5.0×10^{-13} ② 1.0×10^{-11} ③ 1.0×10^{-3}
 ④ 5.0×10^{-3} ⑤ 5.0×10^{-1} ⑥ 1.0

問16 ペンタン C_5H_{12} の構造異性体 (structural 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。

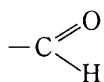
16 個

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

問17 次に示す官能基 (functional group) (a)～(c)を含む分子は、それぞれ一般に何と呼ばれるか。正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

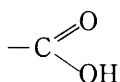
(a)



(b)



(c)



	a	b	c
①	カルボン酸	ニトロ化合物	アルコール
②	カルボン酸	アゾ化合物	アルコール
③	アルデヒド	アゾ化合物	カルボン酸
④	アルデヒド	アミン	カルボン酸
⑤	ケトン	アミン	エステル
⑥	ケトン	ニトロ化合物	エステル

注) カルボン酸 (carboxylic acid), アルデヒド (aldehyde), ケトン (ketone),
 ニトロ化合物 (nitro compound), アゾ化合物 (azo compound), アミン (amine),
 アルコール (alcohol), エステル (ester)

問 18 有機化合物の反応について述べた次の記述①～⑤の中から、正しいものを一つ選びなさい。

18

- ① アニリン $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ に臭素 Br_2 を加えると付加 (addition) 反応が起きる。
- ② アセトン CH_3COCH_3 に水酸化ナトリウム水溶液 NaOH_{aq} とヨウ素 I_2 を加えて加熱するとヨードホルム (iodoform) を生じる。
- ③ エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ に塩化鉄(III)水溶液 $\text{FeCl}_3_{\text{aq}}$ を加えると青くなる。
- ④ エチレン C_2H_4 を濃硫酸 $\text{conc. H}_2\text{SO}_4$ とともに加熱すると脱水 (dehydration) 反応が起きる。
- ⑤ 酢酸 CH_3COOH はフェーリング液 (Fehling's solution) を還元する。

問 19 エチレン C_2H_4 0.5 mol とアセチレン C_2H_2 0.25 mol が溶けている溶液がある。この溶液に臭素 Br_2 を色が消えなくなるまで加えていったとき、加えられた臭素の量は何 mol か。最も適当な値を次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19 mol

- ① 0.5 ② 1.0 ③ 1.5 ④ 2.0 ⑤ 2.5

問 20 次の反応が起こったとき、生成する物質と反応の種類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。

20

	反応	生成する物質	反応の種類
①	ベンゼン C_6H_6 に濃硫酸 conc. H_2SO_4 と濃硝酸 conc. HNO_3 の混合物を加える	ニトロベンゼン (nitrobenzene)	付加 (addition)
②	エタノール C_2H_5OH を二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ の硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) 溶液中で熱する	ホルムアルデヒド (formaldehyde)	酸化 (oxidation)
③	ニトロベンゼン $C_6H_5NO_2$ に鉄 Fe と塩酸 HCl_{aq} を反応させる	アニリン (aniline)	還元 (reduction)
④	エタノールに濃硫酸を加え、 $170^\circ C$ に加熱する	エチレン (ethylene)	縮合 (condensation)
⑤	ベンゼンに紫外線 (UV ray) をあてながら塩素 Cl_2 を反応させる	クロロベンゼン (chlorobenzene)	置換 (substitution)

化学の問題はこれで終わりです。解答欄の **21** ～ **75** は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。