

平成19年度  
日本留学試験(第2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。

気体定数 (gas constant) :  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$   
 $= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

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

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

標準状態 (standard state) :  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.0 \text{ atm}$

原子量 (atomic weight) H : 1.0 N : 14 O : 16 S : 32 Cl : 36 Ca : 40 Mn : 55  
 Cu : 64 Zn : 65 Pb : 207

問1 原子に関する次の記述(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

- (a) すべての原子は、1個の原子核 (nucleus) と1個以上の電子からできている。  
 (b) すべての原子核は、陽子 (proton) と中性子 (neutron) からできている。  
 (c) 原子核の体積は、原子全体の体積とほぼ等しい。  
 (d) 原子核の質量は、原子全体の質量とほぼ等しい。

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

問2 次の原子のもつ電子の数を少ない順に並べたものとして、正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

Al      F      Mg      Na      P

①  $\text{Al} < \text{Na} < \text{P} < \text{Mg} < \text{F}$       ②  $\text{F} < \text{Na} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{P}$

③  $\text{F} < \text{P} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{Na}$       ④  $\text{Mg} < \text{Al} < \text{Na} < \text{F} < \text{P}$

⑤  $\text{Na} < \text{Al} < \text{Mg} < \text{F} < \text{P}$       ⑥  $\text{Na} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{P} < \text{F}$

問3 周期表 (periodic table) で、同じ族 (group) の元素のみの組み合わせとして、正しいものを次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

① Al, O      ② B, S      ③ C, N      ④ N, P      ⑤ Na, Mg

問4 次の物質とそれについての記述(a)～(d)の組み合わせとして、最も適当なものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

酸化マグネシウム  $\text{MgO}$

ダイヤモンド (diamond)

水

ナフタレン (naphthalene)

(a) 分子間に水素結合 (hydrogen bond) をもつ。

(b) イオン結晶 (ionic crystal) である。

(c) 共有結合 (covalent bond) の結晶である。

(d) 分子結晶 (molecular crystal) である。

	酸化マグネシウム	ダイヤモンド	水	ナフタレン
①	b	a	d	c
②	b	c	a	d
③	c	b	a	d
④	c	d	b	a
⑤	d	c	a	b
⑥	d	a	c	b

問5 固体の塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0.054 g とじゅうぶんな量の水酸化カルシウム  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  を試験管の中で混合して加熱したところ、塩化アンモニウムはすべて反応してアンモニア  $\text{NH}_3$  が発生した。このとき生じたアンモニアの標準状態における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** mL

- ① 22.4      ② 44.8      ③ 112      ④ 141      ⑤ 224

問6 ある容器に温度 330 K、圧力  $60 \times 10^3$  Pa で、 $\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  がモル比 (molar ratio) 1 : 1 の割合で入っている。この  $\text{H}_2$  を完全に燃焼させた後、容器内の温度を 330 K に戻した。容器内の圧力として最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

ただし、330 K での水の蒸気圧 (vapor pressure) は  $17 \times 10^3$  Pa とする。

**6** kPa

- ① 15      ② 25      ③ 32      ④ 37      ⑤ 45      ⑥ 60

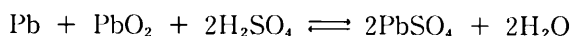
問7 原子の酸化数 (oxidation number) について述べた次の記述(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**7**

- (a) 原子が電子を受けとると、その原子の酸化数は増える。  
 (b) 酸化数の大きい原子を含む物質は、酸化剤 (oxidizing agent) になりやすい。  
 (c) 酸素原子 O の酸化数は +2 である。  
 (d) 酸と塩基 (base) の中和反応で、原子の酸化数は変わらない。

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

問8 鉛蓄電池 (lead storage battery) の中では、次のような反応が起こっている。



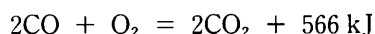
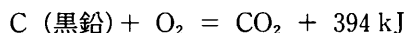
1.00 A の電流を 965 秒間流したときの正極 (anode) の質量の変化として、最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**8**

- ① 0.16 g 減少      ② 0.32 g 減少      ③ 0.48 g 減少  
 ④ 0.16 g 増加      ⑤ 0.32 g 増加      ⑥ 0.48 g 増加

問 9 次の熱化学方程式 (thermochemical equation) から、一酸化炭素 CO の生成熱 (heat of formation) を求め、最も近い値を下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**9** kJ/mol



- ① -222      ② -172      ③ -111      ④ 111      ⑤ 222

問 10 酸塩基平衡 (acid-base equilibrium) に関する次の記述(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**10**

- (a) 弱酸の水溶液では、酸の濃度が小さくなると電離度 (degree of electrolytic dissociation) が大きくなり、pH は小さくなる。  
 (b) 10 mol/L 塩酸 HCl aq 中にも、OH<sup>-</sup> が存在する。  
 (c) 塩化アンモニウム NH<sub>4</sub>Cl の水溶液は、塩基性を示す。  
 (d) 酢酸 CH<sub>3</sub>COOH と酢酸ナトリウム CH<sub>3</sub>COONa の混合溶液は、緩衝作用 (buffer action) があり、少量の酸を加えても pH はほぼ一定に保たれる。

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

問 11 次の(a)～(c)で発生する気体とその集め方(A), (B)について, 正しい組み合わせを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

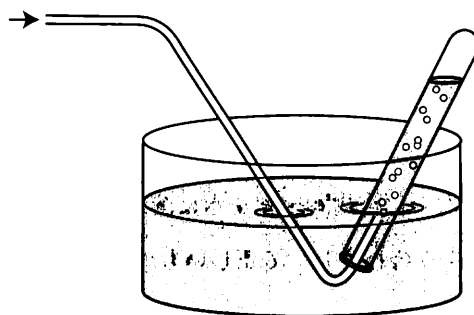
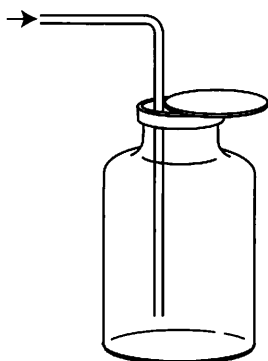
(a) 銅 Cu に濃硫酸 conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  を加えて加熱したときに発生する気体。

(b) 銅に濃硝酸 conc.  $\text{HNO}_3$  を加えたときに発生する気体。

(c) 銅に希硝酸 dil.  $\text{HNO}_3$  を加えたときに発生する気体。

(A) 下方置換 (downward delivery)

(B) 水上置換 (displacement of water)



	a	b	c
①	A	A	A
②	A	B	A
③	A	A	B
④	B	B	A
⑤	B	A	B
⑥	B	B	B

問 12 次の記述(a), (b)に当てはまる金属の組み合わせとして、最も適当なものを下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

(a) 希塩酸  $\text{dil. HCl}$  には溶解するが、濃硝酸  $\text{conc. HNO}_3$  には溶解しない。

(b) 希硝酸  $\text{dil. HNO}_3$  には溶解するが、水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  には溶解しない。

	a	b
①	Ag	Cu
②	Al	Fe
③	Cu	Mg
④	Fe	Ag
⑤	Zn	Fe

問 13 次の化合物(a)～(e)を水に溶かしたとき、酸性を示すものと塩基性 (basic) を示すもの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。

13

(a)  $\text{HCl}$       (b)  $\text{H}_2\text{S}$       (c)  $\text{NH}_3$       (d)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$       (e)  $\text{NaCl}$

	酸性を示すもの	塩基性を示すもの
①	a, b	c, d
②	a, b	c, e
③	a, d	b, c
④	a, d	c, e
⑤	b, d	a, c
⑥	b, d	c, e

問 14 2 価の金属イオンを含む酸性水溶液 A, B それぞれに硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を通じたとき、溶液 A からは硫化物 (sulfide) が沈殿 (precipitate) し、溶液 B からは硫化物の沈殿はみられなかった。A, B に含まれる金属イオンの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

	A	B
①	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+}$
②	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Pb}^{2+}$
③	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$
④	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$
⑤	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Pb}^{2+}$

問 15 ハロゲン (halogen) F, Cl, Br, I に関する次の記述①～⑤の中から、正しいものを一つ選びなさい。

15

- ①  $\text{I}_2$  が最も酸化力が強い。
- ② ハロゲンの単体 (element) には、常温 (normal temperature) で気体のものも、液体のものも、固体のものもある。
- ③ ハロゲンの単体の中には、無色のものもある。
- ④ ハロゲン原子は、いずれも  $-1$  以外の酸化数 (oxidation number) はとらない。
- ⑤ ハロゲンの単体は、いずれも水とは反応しない。



問 16 次の 4 種類のアルコール(a)~(d)をおだやかな条件 (mild conditions) で酸化したとき、アルデヒド (aldehyde) になるもの、ケトン (ketone) になるもの、酸化されにくいものとして、正しい組み合わせを下の①~⑥の中から一つ選びなさい。

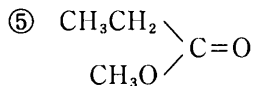
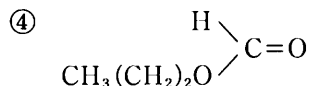
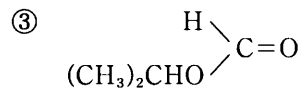
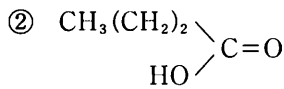
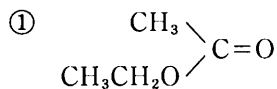
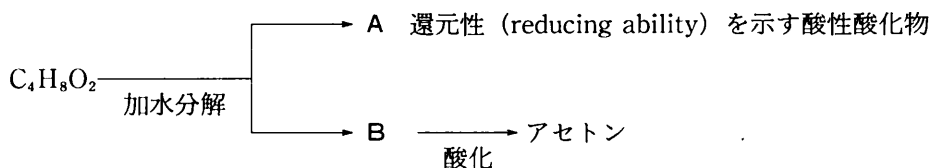
16

- (a)  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$     (b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OH}$     (c)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$   
 (d)  $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$

	アルデヒドになるもの	ケトンになるもの	酸化されにくいもの
①	c, d	a	b
②	b, d	a	c
③	a, c	b	d
④	c, d	b	a
⑤	a, b	c	d
⑥	a, d	c	b

問 17 分子式  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  のエステル (ester) を加水分解 (hydrolysis) したところ、化合物 A、B が得られた。さらに、B を酸化するとアセトン (acetone) が得られた。このエステルの構造式として正しいものを、下の①~⑤の中から一つ選びなさい。

17



問 18 官能基 (functional group) としてヒドロキシ基 (hydroxy group) だけをもつ分子が 0.5 mol 溶けているエーテル溶液 (ether solution) に、金属ナトリウム Na を水素  $H_2$  が発生しなくなるまで加えたところ、発生した水素の体積は標準状態で 22.4 L であった。この分子に存在するヒドロキシ基の数として、正しいものを次の①～⑥の中から一つ選ばなさい。

18 個

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

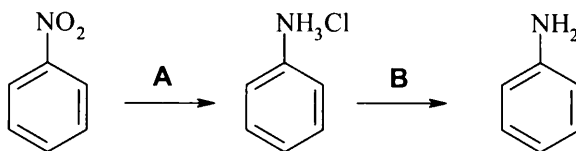
問 19 分子式  $C_7H_8O$  のベンゼン誘導体 (benzene derivative) の構造異性体 (structural isomer) の数として、正しいものを次の①～⑤の中から一つ選ばなさい。

19 個

- ① 2      ② 3      ③ 4      ④ 5      ⑤ 6

問 20 次の反応式に示すように、ニトロベンゼン (nitrobenzene) からアニリン (aniline) を合成するとき、必要な試薬 (reagent) A, B として最も適当な組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選ばなさい。

20



	A	B
①	HCl	$NH_3$
②	HCl	NaOH
③	$H_2SO_4$	$NH_3$
④	$H_2SO_4$	NaOH
⑤	Sn, HCl	$NH_3$
⑥	Sn, HCl	NaOH