

平成21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。また、体積の単位リットル (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) :  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

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

原子量 (atomic weight) : H : 1.0   He : 4.0   C : 12   N : 14   O : 16   Ne : 20   Na : 23

S : 32   Cl : 36   Ar : 40   Ca : 40   Br : 80

問1 次の分子(a)～(e)のうち、直線形分子 (linear molecule) はどれか。そ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。



(a)  $\text{C}_2\text{H}_2$       (b)  $\text{C}_2\text{H}_6$       (c)  $\text{CO}_2$       (d)  $\text{H}_2\text{O}$       (e)  $\text{O}_3$

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

問2 互いに同位体 (isotope) である二つの原子を比べた次の記述(a)～(d)について、正誤の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

- (a) 中性子 (neutron) の数が異なる。  
 (b) 質量数 (mass number) が等しい。  
 (c) 電子 (electron) の数が等しい。  
 (d) 陽子 (proton) の数が異なる。

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

問3 次の記述(a)～(c)にあてはまる元素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。

3

(a) F と I で、電気陰性度 (electronegativity) が大きい方の元素

(b) Mg, Na または Si の酸化物 (oxide) の中で、イオン結晶 (ionic crystal) をつくる元素

(c) C, N または O の水素化合物 (hydrogen compound) の中で、分子間の水素結合 (hydrogen bond) が強くはたらく元素

	a	b	c
①	I	Mg	N
②	F	Si	O
③	F	Na	C
④	I	Si	C
⑤	F	Mg	O
⑥	I	Na	N

問4 次の気体①～⑤のうち、標準状態における密度 (density) が 0.90 g/L に最も近いものを一つ選びなさい。

4

① Ar      ② CH<sub>4</sub>      ③ He      ④ N<sub>2</sub>      ⑤ Ne

問5 炭酸カルシウム CaCO<sub>3</sub> 1 g に、1 mol/L の塩酸 HCl aq を 100 mL 加えて完全に反応させた。この時発生した二酸化炭素 CO<sub>2</sub> の量 (mol) として最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5 mol

① 0.001      ② 0.005      ③ 0.01      ④ 0.02      ⑤ 0.05

問6 60℃における水  $\text{H}_2\text{O}$  の蒸気圧 (vapor pressure) は 0.20 atm である。この温度において、水蒸気が飽和した空気 1.0 atm 中の窒素  $\text{N}_2$  の分圧 (partial pressure) (atm) として最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、空気中に含まれる窒素は 80% とする。

**6** atm

- ① 0.30      ② 0.56      ③ 0.64      ④ 0.78      ⑤ 1.0

問7 次の(a)～(c)の化合物 0.5 mol を、それぞれ水  $\text{H}_2\text{O}$  1000 g に溶かした。これらの水溶液を沸点 (boiling point) の高いものから順に並べたとき、正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**7**

- (a) グルコース (glucose)  
(b) 硫酸ナトリウム (sodium sulfate)  
(c) 塩化ナトリウム (sodium chloride)

- ①  $a > b > c$       ②  $a > c > b$       ③  $b > a > c$   
④  $b > c > a$       ⑤  $c > a > b$       ⑥  $c > b > a$

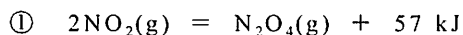
問8 標準状態で、アセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$  1.00 L、一酸化炭素  $\text{CO}$  4.00 L、酸素  $\text{O}_2$  10.0 L の混合気体を完全燃焼 (complete combustion) させた後、標準状態に戻した。反応後に残った気体の体積は何 L か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、燃焼は密閉容器 (a closed container) の中で行ったものとし、生じた水  $\text{H}_2\text{O}$  はすべて液体となっているものとする。

**8** L

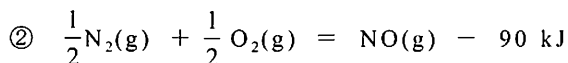
- ① 5.50      ② 6.00      ③ 6.50      ④ 10.5      ⑤ 11.0      ⑥ 11.5

問9 次の反応が平衡 (equilibrium) 状態にあるとき、式の下の ( ) 内の操作を加えて、平衡が左辺から右辺に移動するものはどれか。次の①～④の中から最も適当なものを一つ選びなさい。

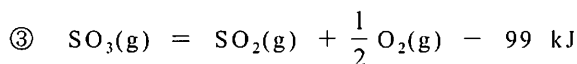
9



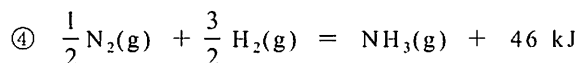
(温度を上げる)



(全圧を大きくする)



(体積を一定に保ちながら、 $\text{N}_2$ を加える)



(体積を一定に保ちながら、 $\text{N}_2$ を加える)

問10 2本の白金電極 (platinum electrode) を用いて、希硫酸 dil.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の電気分解 (electrolysis) を行ったところ、発生した酸素  $\text{O}_2$  と水素  $\text{H}_2$  の総体積 (total volume) は 750 mL であった。このとき流した電気量 (C) として最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、気体 1 mol の体積は 25 L とする。

10 C

① 1930

② 3860

③ 7720

④ 19300

⑤ 38600

問 11 ダイヤモンド (diamond) と黒鉛 (graphite) はいずれも炭素の同素体 (allotrope) である。二つの物質に関する次の説明(a)～(d)について、正誤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。

11

- (a) 二つの物質の体積が等しければ、これらを酸素  $O_2$  中で完全燃焼 (complete combustion) させたときに発生する二酸化炭素  $CO_2$  の質量は等しい。
- (b) 二つの物質の質量が等しければ、これらを酸素中で完全燃焼させたときに発生する二酸化炭素の質量は等しい。
- (c) 二つの物質の硬さは等しい。
- (d) 二つの物質の電気の伝えやすさは異なる。

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

問 12 次の操作(a)～(c)で発生する気体の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

12

(a) 硫化鉄(Ⅱ)  $\text{FeS}$  に、希硫酸  $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$  を加える。

(b) 酸化マンガン(Ⅳ)  $\text{MnO}_2$  に、濃塩酸  $\text{conc. HCl}$  を加えて加熱する。

(c) 銅  $\text{Cu}$  に、濃硝酸  $\text{conc. HNO}_3$  を加える。

	a	b	c
①	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$
②	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{O}_2$	$\text{NO}_2$
③	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{Cl}_2$	$\text{H}_2$
④	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{Cl}_2$	$\text{NO}_2$
⑤	$\text{SO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$
⑥	$\text{SO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{NO}_2$
⑦	$\text{SO}_2$	$\text{Cl}_2$	$\text{H}_2$
⑧	$\text{SO}_2$	$\text{Cl}_2$	$\text{NO}_2$



問 13 次の塩 (salt) (a)~(c)が溶けた水溶液を、酸性・中性・塩基性 (basic) に分類するとき、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。

13

(a)  $\text{CH}_3\text{COONa}$       (b)  $\text{KCl}$       (c)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

	酸 性	中 性	塩基性
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

問 14 アルミニウム Al とその化合物に関する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。

14

- ① 塩化アルミニウム水溶液  $\text{AlCl}_3 \text{ aq}$  の電気分解 (electrolysis) によって、アルミニウムが得られる。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  に水酸化アルミニウム  $\text{Al}(\text{OH})_3$  を加えると、水素  $\text{H}_2$  が発生する。
- ③ アルミニウムを空气中に放置すると、表面から内部へと腐食 (corrosion) が徐々に進行する。
- ④ アルミニウムに濃硝酸  $\text{conc. HNO}_3$  を加えても、気体は発生しない。
- ⑤ ミョウバン (alum) は、金属元素としてアルミニウムのみを含む。

問 15 次の化合物(a)～(d)について、窒素原子 N の酸化数 (oxidation number) が最大のものと最小のものと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。

15

- (a) 硝酸  $\text{HNO}_3$                       (b) 一酸化窒素  $\text{NO}$   
 (c) 二酸化窒素  $\text{NO}_2$                 (d) 塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$

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

問 16 C, H, O だけを含む化合物の元素分析 (elemental analysis) を行ったところ, C が 40.0%, H が 6.65% であった。この化合物の組成式 (empirical formula) 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。

16

- ①  $\text{CH}_2\text{O}$       ②  $\text{CH}_3\text{O}$       ③  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$       ④  $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$       ⑤  $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$

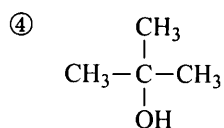
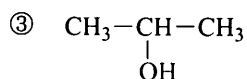
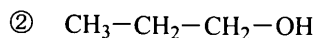
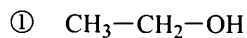
問 17 分子式  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$  で表される化合物の構造異性体 (structural isomer) はいくつあるか。また、その構造異性体の中で光学異性体 (optical isomer) があるものはいくつか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

	構造異性体の数	光学異性体があるものの数
①	3	1
②	3	2
③	4	1
④	4	2
⑤	5	1
⑥	5	2

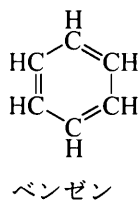
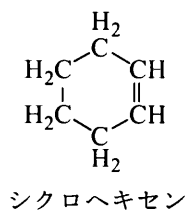
問 18 次の①～④のアルコールに、硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の二クロム酸カリウム水溶液  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ aq}$  を加えて加熱した。溶液の色が変化しないものはどれか。最も適当なものを一つ選びなさい。

18



問 19 シクロヘキセン (cyclohexene) とベンゼン (benzene) を、それぞれ 0.50 mol ずつ含むヘキサン溶液 (hexane solution) がある。この溶液に、暗所で色が消えなくなるまで臭素  $\text{Br}_2$  を加えた。このとき必要とした臭素は何 mol か。最も近い値を下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19 mol



① 0.50

② 1.5

③ 2.0

④ 3.0

⑤ 3.5

問 20 次の高分子化合物①～⑤のうち、2 種類の元素だけからなるものを一つ選びなさい。

**20**

- ① ポリプロピレン (polypropylene)
- ② ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylen terephthalate))
- ③ 6,6-ナイロン (nylon-6,6)
- ④ ポリ塩化ビニル (poly(vinyl chloride))
- ⑤ ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)

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。