

平成25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 Cl : 35 Cu : 64

問 1 次の分子またはイオン (ion) ①～⑥のうち、電子 (electron) の総数 (total number) が最も大きいものを一つ選びなさい。

1

- ① CO ② F^- ③ HCl ④ H_3O^+ ⑤ NO ⑥ O_2

問 2 原子 (atom) の構造・性質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。

2

- ① 陽子 (proton) は、正の電荷 (charge) をもつ。
- ② 陽子は、原子核 (atomic nucleus) の周りを運動している。
- ③ 中性子 (neutron) は、負の電荷をもつ。
- ④ 原子の質量数 (mass number) は、その原子の陽子の数と同じである。
- ⑤ すべての原子には、中性子が存在する。

問 3 原子 $^{13}_6\text{C}$, $^{16}_8\text{O}$, $^{14}_7\text{N}$, $^{19}_9\text{F}$, $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{24}_{12}\text{Mg}$ のうち、次の記述(a), (b)にあてはまるのはそれぞれどれか。正しい組み合わせを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

- (a) 中性子 (neutron) の数と電子 (electron) の数が等しい原子
- (b) 最外殻電子 (outermost shell electron) の数が最も大きい原子

	a	b
①	$^{13}_6\text{C}$	$^{19}_9\text{F}$
②	$^{13}_6\text{C}$	$^{23}_{11}\text{Na}$
③	$^{16}_8\text{O}$	$^{24}_{12}\text{Mg}$
④	$^{16}_8\text{O}$	$^{23}_{11}\text{Na}$
⑤	$^{14}_7\text{N}$	$^{19}_9\text{F}$
⑥	$^{14}_7\text{N}$	$^{24}_{12}\text{Mg}$

問 4 次の記述①～⑤のうち、正しくないものを一つ選びなさい。

4

- ① 金属元素 (metallic element) は、非金属元素 (nonmetallic element) よりイオン化エネルギー (第一イオン化エネルギー: first ionization energy) が小さい。
- ② 二酸化炭素 CO_2 は、極性分子 (polar molecule) である。
- ③ 極性 (polarity) の大きな分子は、水に溶けやすい。
- ④ フッ素原子 F の電気陰性度 (electronegativity) は、酸素原子 O の電気陰性度より大きい。
- ⑤ 電子親和力 (electron affinity) が大きい原子 (atom) は、陰イオン (anion) になりやすい。

問 5 質量パーセント濃度 (mass percent concentration) 20%の塩酸 HCl aq のモル濃度 [mol/L] として最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、この塩酸の密度 (density) は 1.1 g/cm^3 とする。

5 mol/L

- ① 0.51 ② 0.61 ③ 1.2 ④ 5.1 ⑤ 6.1 ⑥ 12

問 6 体積一定の密閉容器 (airtight container) に水素 H_2 1.5 mol およびヨウ素 I_2 1.5 mol を入れて一定温度に保ったところ、ヨウ化水素 HI 2.4 mol が生じ、次のような平衡状態 (equilibrium state) になった。

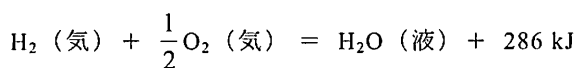
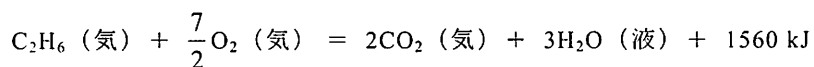
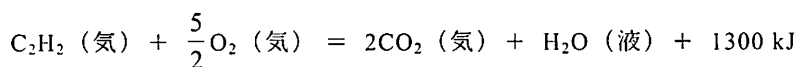


この反応の平衡定数 (equilibrium constant) として最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、すべての成分は気体状態であるとする。

6

- ① 10 ② 16 ③ 20 ④ 32 ⑤ 40 ⑥ 64

問 7 アセチレン (エチン) C_2H_2 , エタン C_2H_6 , 水素 H_2 の燃焼熱 (heat of combustion) は, それぞれ次の熱化学方程式 (thermochemical equation) で表される。



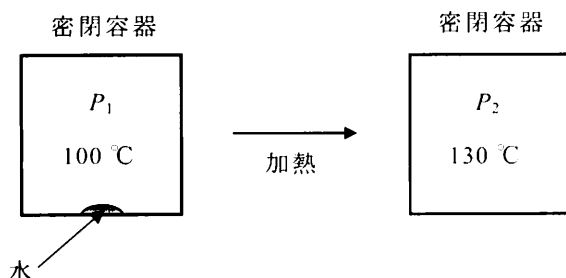
2.60 g のアセチレン (エチン) に水素を付加 (addition) させて, すべてエタンにした。この反応で発生する熱量 (heat) は何 kJ か。最も近い値を, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7 kJ

- ① -312 ② -31.2 ③ -26.0 ④ 26.0 ⑤ 31.2 ⑥ 312

問 8 体積一定の密閉容器 (airtight container) にアルゴン (argon) と水を入れて温度 100°C に保ったところ、水の一部が液体のまま残り、容器内の圧力は P_1 を示した。これを 130°C に加熱したところ、すべての水が気化 (vaporization) して圧力は P_2 となった。容器内の水とアルゴンの物質質量 (amount of substance) の比の値 ($\frac{\text{水}}{\text{アルゴン}}$) を表す式として正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、 100°C における水の蒸気圧 (vapor pressure) を P_v とし、アルゴンは水に溶けない理想気体 (ideal gas) であり、 130°C に加熱する前の水の体積は無視できるものとする。

8



- ① $\frac{373 \times P_2}{403 \times (P_1 - P_v)} - 1$ ② $\frac{403 \times P_2}{373 \times (P_1 - P_v)} - 1$
- ③ $\frac{373 \times P_1}{403 \times (P_2 - P_v)} - 1$ ④ $\frac{403 \times P_1}{373 \times (P_2 - P_v)} - 1$
- ⑤ $\frac{373 \times (P_2 - P_v)}{403 \times P_1} - 1$ ⑥ $\frac{403 \times (P_2 - P_v)}{373 \times P_1} - 1$

問 9 次の酸性水溶液 (acidic aqueous solution) ①～⑤のうち、pH が最も小さいものを一つ選びなさい。

9

- ① 0.10 mol/L の酢酸 (acetic acid)
- ② 0.010 mol/L の硝酸 (nitric acid)
- ③ 0.020 mol/L のリン酸 (phosphoric acid)
- ④ 0.030 mol/L の塩酸 (hydrochloric acid)
- ⑤ 0.030 mol/L の硫酸 (sulfuric acid)

- 問 10 次表に示す電極 (electrode) を用いて電解液 (electrolytic solution) をそれぞれ電気分解 (electrolysis) したとき、電解液の pH が大きくなる組み合わせはどれか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

	電極		電解液
	陰極 (cathode)	陽極 (anode)	
①	Cu	Pt	硫酸銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuSO}_4 \text{ aq}$
②	Pt	C	塩化ナトリウム水溶液 NaCl aq
③	Pt	C	塩化銅(Ⅱ)水溶液 $\text{CuCl}_2 \text{ aq}$
④	Pt	Pt	希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$

- 問 11 酸化物 (oxide) の性質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。

11

- ① 二酸化窒素 NO_2 を水に溶かすと、水溶液は酸性 (acidity) を示す。
- ② 酸化マグネシウム MgO を水に溶かすと、水溶液は酸性を示す。
- ③ 十酸化四リン P_4O_{10} を水に溶かすと、水溶液は塩基性 (basicity) を示す。
- ④ 二酸化硫黄 SO_2 を水に溶かすと、水溶液は塩基性を示す。
- ⑤ 酸化アルミニウム Al_2O_3 は、強塩基 (strong base) の水溶液に溶けない。

- 問 12 二酸化硫黄 SO_2 に関する記述のうち、正しくないものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- ① 二酸化硫黄は、銅 Cu に濃硫酸 $\text{conc. H}_2\text{SO}_4$ を加えて熱すると生成する。
- ② 二酸化硫黄は、硫化鉄 FeS に希硫酸 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$ を加えると生成する。
- ③ 二酸化硫黄は、硫黄 S を燃焼 (combustion) させると生成する。
- ④ 二酸化硫黄は、亜硫酸ナトリウム Na_2SO_3 に希硫酸を加えると生成する。
- ⑤ 二酸化硫黄は、硫化水素 H_2S と反応して、硫黄を生成する。
- ⑥ 二酸化硫黄は、水に溶けると還元作用 (reducing action) を示し、漂白剤 (bleaching agent) として用いられる。

問 13 銅 Cu の粉末 0.16 g を空气中で熱したところ、一部が酸化 (oxidation) されて、銅と酸化銅(II) CuO の混合物 0.19 g を得た。この混合物中の未反応の銅の質量 (mass) は何 g か。最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **13** g

- ① 0.0080 ② 0.010 ③ 0.030 ④ 0.032 ⑤ 0.040 ⑥ 0.050

問 14 次表の A 欄と B 欄に示す物質を混合したとき、A 欄の物質が酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらくものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 **14**

	A	B
①	亜鉛 Zn	希塩酸 dil. HCl
②	過酸化水素水 H_2O_2 aq	過マンガン酸カリウム KMnO_4
③	酸化マンガン(IV) MnO_2	過酸化水素水 H_2O_2 aq
④	酸化マンガン(IV) MnO_2	濃塩酸 conc. HCl
⑤	炭酸カルシウム CaCO_3	希塩酸 dil. HCl

問 15 次表の **A** 欄に示す 2 種類の金属イオン (metal ion) を含む水溶液がある。これらの金属イオンを分離するため、**B** 欄に示す実験を行った。このうち **B** 欄の実験操作が 適当でないもの を、次の ①～⑥の中から一つ選びなさい。 **15**

	A	B
①	$\text{Ag}^+, \text{Fe}^{3+}$	希塩酸 dil. HCl を加える。
②	$\text{Al}^{3+}, \text{Cu}^{2+}$	過剰量 (excess amount) のアンモニア水 $\text{NH}_3 \text{ aq}$ を加える。
③	$\text{Ba}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$	硫酸アンモニウム水溶液 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ aq}$ を加える。
④	$\text{Ca}^{2+}, \text{Na}^+$	炭酸アンモニウム水溶液 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \text{ aq}$ を加える。
⑤	$\text{Cu}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$	酸性 (acidity) の水溶液にしたあと、硫化水素 H_2S を通じる。
⑥	$\text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$	過剰量の水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加える。

問 16 有機化合物 (organic compound) の異性体 (isomer) 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。 **16**

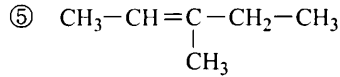
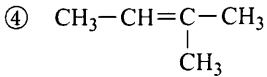
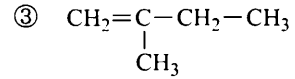
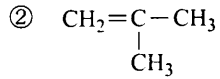
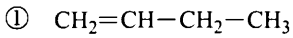
- ① キシレン (xylene) には、異性体がない。
- ② 乳酸 (lactic acid) には、光学異性体 (optical isomer) がある。
- ③ エタノール (ethanol) とジエチルエーテル (diethyl ether) は、互いに異性体である。
- ④ エチレン (エテン) (ethylene (ethene)) とアセチレン (エチン) (acetylene (ethyne)) は、互いに異性体である。
- ⑤ ヘキサン (hexane) とシクロヘキサン (cyclohexane) は、互いに異性体である。

問 17 次の鎖式炭化水素 (acyclic hydrocarbon) 1.0 g 中にあるすべての不飽和結合 (unsaturated bond) に水素 H_2 を付加 (addition) させた。このとき最も多くの水素を必要とするものを、次の ①～⑤の中から一つ選びなさい。 **17**

- ① C_2H_4 ② C_3H_6 ③ C_4H_6 ④ C_5H_8 ⑤ C_6H_{12}

問 18 次のアルケン (alkene) ①～⑤のうち、臭素 Br_2 を付加 (addition) させたときに生成する化合物が、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) を もたないもの を一つ選びなさい。

18



問 19 カルボン酸 (carboxylic acid) に関する記述として 正しくないもの を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19

- ① 酢酸 (acetic acid) の縮合反応 (condensation reaction) により、無水酢酸 (acetic anhydride) が生成する。
- ② 酢酸は、エタノール (ethanol) の酸化 (oxidation) により得られる。
- ③ 安息香酸 (benzoic acid) は、トルエン (toluene) の酸化により得られる。
- ④ 乳酸 (lactic acid) は、銀鏡反応 (silver mirror test) を示す。
- ⑤ マレイン酸 (maleic acid) とフマル酸 (fumaric acid) は、互いにシス-トランス異性体 (*cis-trans* isomer) である。
- ⑥ シュウ酸 (oxalic acid) は、2 価カルボン酸 (dicarboxylic acid) である。

問 20 次の高分子化合物①～⑤のうち、エステル結合 (ester bond) を含むものを一つ選びなさい。

20

- ① ポリアクリロニトリル (polyacrylonitrile)
- ② ポリエチレン (polyethylene)
- ③ ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))
- ④ ポリ塩化ビニル (poly(vinyl chloride))
- ⑤ ナイロン 66 (6,6-ナイロン) (nylon 6.6)

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。