

# 化学基础

## 化学基礎

必要があれば、原子量は次の値を用いること。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16

Al : 27 Cl : 35.5 Ar : 40 Mn : 55

Cu : 64 Ag : 108

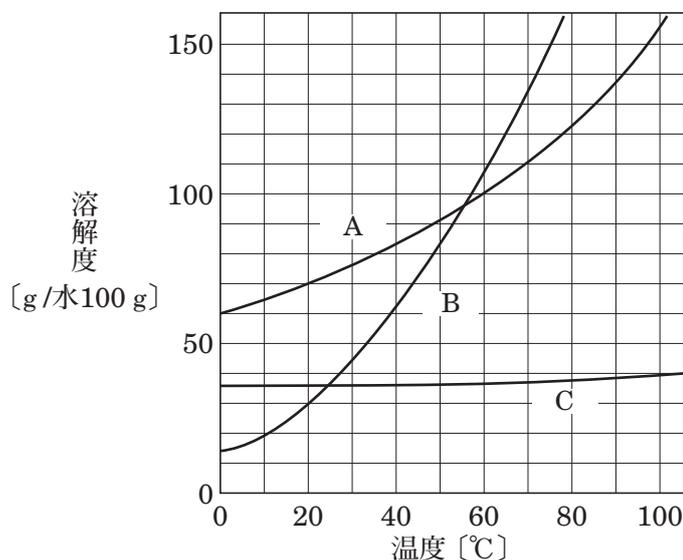
0°C,  $1.013 \times 10^5$  Pa (標準状態) で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

**第1問** 次の各問いに答えよ。

問1 単体と化合物の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- ① 黒鉛と二酸化ケイ素      ② 酸素とオゾン      ③ 空気と石油  
④ ナトリウムとカリウム      ⑤ 水素と窒素

問2 次図は、3種類の物質の溶解度曲線を示している。次の記述のうち溶解度と再結晶の説明として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 2



- ① 40°Cの水 100 g に最も多くの量が溶解する物質は、Aである。  
② 3種類の物質のうち、再結晶法による分離が最も適している物質はBである。  
③ 温度による溶解度の差が最も小さい物質は、Cである。  
④ 水の温度と溶解度の間には、比例関係がある。  
⑤ 3種類の物質とも、温度が高いほど水に溶ける量は多い。

問3 同位体の説明として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 陽子の数は等しいが、電子の数が異なる。
- ② 中性子の数は等しいが、陽子の数が異なる。
- ③ 陽子の数は等しいが、中性子の数が異なる。
- ④ 中性子の数は等しいが、電子の数が異なる。
- ⑤ 質量数は等しいが、陽子の数が異なる。

問4 次の記述中の空欄 ア・イ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

大理石に塩酸を加えて発生した気体を石灰水に通じると、白濁する。このことから、大理石を構成する物質に含まれている元素として ア が考えられる。また、反応後の水溶液の炎色反応では イ を示す。

	ア	イ
①	炭素	黄色
②	炭素	橙赤色
③	炭素	赤紫色
④	カルシウム	黄色
⑤	カルシウム	橙赤色
⑥	カルシウム	赤紫色

問5 物質の三態に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 水を加熱し 100℃になると、液体の内部からも気体になる。この現象を沸騰という。
- ② ドライアイスは常温で直接気体になるが、この現象を昇華という。
- ③ 物質が固体状態のときは、液体状態のときよりも粒子の熱運動が小さい。
- ④ 液体の温度を上げると、蒸発は盛んになる。
- ⑤ 寒い朝、地面や植物の葉に霜がつく現象は、凝縮である。

問6 温度に関する記述中の空欄「ア」～「ウ」に当てはまる語句・温度の組合せとして最も  
 適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

一般に、気体の粒子は絶えず「ア」な運動をしており、この粒子の運動を熱運動という。  
 2種類の気体を混合したとき、やがて濃度が均一になるような現象を「イ」と言うが、こ  
 れは熱運動によって起こる現象である。また、物質の温度を「ウ」にするとすべての粒子  
 が熱運動をしなくなる。

	ア	イ	ウ
①	不規則	拡散	0℃
②	不規則	拡散	0K
③	不規則	蒸発	0℃
④	規則的	蒸発	0℃
⑤	規則的	蒸発	0K
⑥	規則的	拡散	0K

問7 プラスチックに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

- ① 石炭や石油に含まれる有機化合物を原料として、人工的に作られている。
- ② 電気を通さないが、ヨウ素などを添加すると電気を通すようになるものがある。
- ③ 熱を加えると、成型や加工が容易なものがある。
- ④ 軽量で破損しにくいので、環境に適した物質である。
- ⑤ 使用後には、ペレット(直径数 mm の粒)にして再利用できるものがある。

## 第2問 次の各問いに答えよ。

問1 物質1gの物質量が最も大きいのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 窒素                      ② アルミニウム              ③ アンモニア  
④ 二酸化炭素              ⑤ アルゴン

問2 2種類の気体を同体積ずつ混合したとき、平均分子量の最も大きいものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

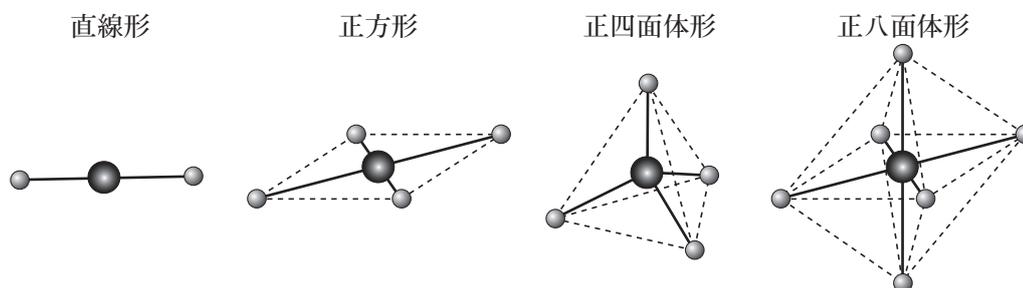
- ① 酸素と水素                      ② 二酸化炭素と一酸化炭素  
③ アンモニアとアルゴン              ④ 二酸化窒素と一酸化窒素              ⑤ 塩素と酸素

問3 次の5種類の物質1molをそれぞれ完全燃焼させるとき、反応する酸素が最も多いものはどれか。最も適当なものを、①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① メタン  $\text{CH}_4$                       ② エタン  $\text{C}_2\text{H}_6$                       ③ プロパン  $\text{C}_3\text{H}_8$   
④ メタノール  $\text{CH}_4\text{O}$               ⑤ エタノール  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

問4 配位結合に関する次の各問いに答えよ。

亜鉛イオンや銀イオンなどは、非共有電子対を有する分子や陰イオンが配位結合して錯イオンをつくることがある。このとき金属イオンに配位結合する分子やイオンの数を配位数(配位子の数)というが、元素の種類によって配位数や立体構造は決まっている。例えば、銀イオンは2配位で直線形、亜鉛イオンは4配位で正四面体形、鉄(II)イオンは6配位で正八面体形である。



(1) 錯イオンと配位結合に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 11

- ① オキソニウムイオン中の配位結合は、その錯イオン中の共有結合と性質はまったく同じである。
- ② イオン結合からなる物質には、配位結合を含むものはない。
- ③ 錯イオンを含む水溶液は、無色である。
- ④ 錯イオンが水に溶けると、水中で配位子とイオンに電離する。
- ⑤ 錯イオンをつくる金属元素は、遷移元素のみである。

(2) 次の記述中の空欄 ア・イ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 12

アンモニア分子に水素イオンが配位結合するとアンモニウムイオンが生じる。また、水分子に水素イオンが配位結合してオキソニウムイオンが生じる。生じたアンモニウムイオンは ア 形、オキソニウムイオンは イ 形である。

	ア	イ
①	三角すい	正四面体
②	三角すい	折れ線
③	三角すい	直線
④	正四面体	三角すい
⑤	正四面体	折れ線
⑥	正四面体	直線

(3) 鉄(II)イオンに配位子の  $\text{CN}^-$  6個が配位結合してできた錯イオンの化学式は  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  で、錯イオンの形は正八面体である。ある金属イオン  $\text{X}^{3+}$  に  $\text{NH}_3$  5個と  $\text{Cl}^-$  1個が配位結合して生じた錯イオンの形は、鉄(II)イオンと同様に正八面体である。次の化学式中の錯イオンの価数 ウ に当てはまる最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 13



- ① +      ② 2+      ③ 3+      ④ 2-      ⑤ 4-

### 第3問 次の各問いに答えよ。

問1 酸と塩基に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、強酸の電離度は1とする。 14

- ① 酸は、価数が大きいものほど強酸である。
- ② 酸や塩基の強弱は、酸や塩基の濃度に関係する。
- ③ 同じ濃度であれば、硫酸の pH は塩酸の pH より小さい。
- ④ 中和滴定で使用する指示薬は、加える量が多いほど色の変化が鮮明になる。
- ⑤ 弱酸と強塩基の中和反応で生成する塩の水溶液は、中性を示す。

問2 塩の分類とそれらの水溶液の性質に関する記述中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

塩は組成によって、酸性塩、塩基性塩、正塩に分類される。炭酸ナトリウム水溶液に塩酸を加えると炭酸水素ナトリウムが生成し、さらに塩酸を加えると二酸化炭素が発生する。炭酸ナトリウムは正塩で、水溶液の性質は ア である。また、炭酸水素ナトリウムは イ で水溶液の性質は ウ である。

	ア	イ	ウ
①	塩基性	酸性塩	酸性
②	塩基性	酸性塩	塩基性
③	塩基性	正塩	酸性
④	中性	正塩	塩基性
⑤	中性	正塩	酸性
⑥	中性	酸性塩	塩基性

問3 中和滴定で使用するガラス器具に関する記述について最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 16

- ① ホールピペットは、駒込ピペットで代用することができる。
- ② メスフラスコが水で濡れている場合は、加熱乾燥させてもよい。
- ③ ビュレットが水で濡れている場合は、自然乾燥させて使用しなければならない。
- ④ メスシリンダーは、試薬を正確に希釈する操作に使用する。
- ⑤ コニカルビーカーは、三角フラスコで代用することができる。

問4 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを加熱して発生させたアンモニアを、0.10 mol/L 硫酸 200 mL に完全に吸収させた。このときの化学反応式は、次の通りである。



このうち 10 mL をコニカルビーカーにとり、0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に 6.0 mL 要した。これに関する次の各問いに答えよ。

(1) アンモニアを発生させるときの化学反応式は、次の通りである。



空欄  $\boxed{\text{ア}}$ ・ $\boxed{\text{イ}}$  に当てはまる数値，化学式の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。  $\boxed{17}$

	ア	イ
①	2	H <sub>2</sub> O
②	2	2H <sub>2</sub> O
③	2	2H <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>
④	3	H <sub>2</sub> O
⑤	3	2H <sub>2</sub> O
⑥	3	2H <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>

(2) 硫酸 200 mL にアンモニアを吸収させたとき，未反応だった硫酸の物質量は何 mol か。

最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。  $\boxed{18}$  mol

- ①  $3.0 \times 10^{-3}$       ②  $6.0 \times 10^{-3}$       ③  $1.2 \times 10^{-2}$   
 ④  $3.0 \times 10^{-2}$       ⑤  $6.0 \times 10^{-2}$       ⑥  $1.2 \times 10^{-1}$

(3) 発生したアンモニアは 0 °C， $1.013 \times 10^5$  Pa (標準状態) に換算して何 mL か。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。  $\boxed{19}$  mL

- ① 40      ② 63      ③ 180      ④ 320      ⑤ 400      ⑥ 630

**第4問** 次の各問いに答えよ。

問1 次の化合物中の下線で示す原子の酸化数が最も大きいものを、①～⑤のうちから一つ選べ。

20

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

問2 酸化還元反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

21

- ① 銅と反応して濃硝酸が還元されると、無色の一酸化窒素が発生する。  
② 二酸化硫黄と反応して硫化水素が酸化されると、淡黄色の硫黄が生成する。  
③ ヨウ化物イオンが酸化されると、褐色のヨウ素が生成する。  
④ シュウ酸が酸化されると、二酸化炭素が発生する。  
⑤ 二酸化硫黄が酸化されると、硫酸イオンが生成する。

問3 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると、塩素が発生する。



0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)に換算して560 mLの塩素が発生するときに反応する酸化マンガン(IV)は何gか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 22 g

- ① 2.2      ② 4.4      ③ 6.5      ④ 8.7      ⑤ 22

問4 次の実験 a～c に関する下の各問いに答えよ。

- a 0.10 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に、鉄くぎを入れた。
- b 0.10 mol/L 硝酸銀水溶液 100 mL に、銅板を入れて長時間静置した。
- c アルミニウム板、銅板、鉄くぎ、銀片をそれぞれ別々の 1.0 mol/L 塩酸に入れた。

(1) 実験 a で起こる反応を示すイオン反応式はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 23

- ①  $2\text{Cu}^+ + \text{Fe} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$
- ②  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \longrightarrow \text{Cu}^+ + \text{Fe}^+$
- ③  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe} \longrightarrow \text{Cu} + 2\text{Fe}^+$
- ④  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$
- ⑤  $2\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \longrightarrow 2\text{Cu}^+ + \text{Fe}^{3+}$

(2) 実験 b では銅板の一部が溶け、また、銅板に銀が付着して質量が 54 mg 増加していた。このときのイオン反応式は、次の通りである。



実験後の硝酸銀水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水溶液の体積は変化せず、十分な量の銅があるものとする。 24 mol/L

- ①  $9.0 \times 10^{-3}$       ②  $9.5 \times 10^{-3}$       ③  $9.8 \times 10^{-3}$
- ④  $9.3 \times 10^{-2}$       ⑤  $9.6 \times 10^{-2}$       ⑥  $9.8 \times 10^{-2}$

(3) 実験 c で、塩酸と反応する金属をすべて選んだものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

25

- ① アルミニウム, 鉄      ② アルミニウム, 銅      ③ アルミニウム, 銀
- ④ 銅, 鉄      ⑤ 銅, 銀      ⑥ 銀, 鉄

(化学基礎の問題は終わり)