

## 化学基礎・化学 (その1)

必要ならば  $H = 1.00$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $F = 19.0$  の原子量を用いよ。また,  $1 \text{ mol}$  の気体の体積は  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で  $22.4 \text{ L}$  を占めるものとする。

**第1問** 次の文章を読み, 以下の問い(問1~5)に答えよ。

プロパン  $\text{C}_3\text{H}_8$   $17.6 \text{ g}$  と炭化水素  $\text{C}_4\text{H}_8$  を混合した混合気体を完全燃焼させたところ, 二酸化炭素が  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で  $44.8 \text{ L}$ , 水が  $43.2 \text{ g}$  生成した。

問1 生成した水の物質質量[mol] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問2 炭化水素  $\text{C}_4\text{H}_8$  の完全燃焼を表す化学反応式を答えよ。

問3 混合気体中のプロパン  $17.6 \text{ g}$  の完全燃焼によって生成した二酸化炭素の  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  での体積[L] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問4 混合気体中の炭化水素  $\text{C}_4\text{H}_8$  の完全燃焼によって生成した水の物質質量[mol] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問5 混合気体中の炭化水素  $\text{C}_4\text{H}_8$  の質量[g] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

## 化学基礎・化学 (その2)

第2問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

結晶には、(1) 分子結晶、(2) 金属結晶、イオン結晶、共有結合結晶がある。(3) アンモニウムイオン  $\text{NH}_4^+$  と塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  からなる塩化アンモニウムはイオン結晶、(4) 黒鉛 やダイヤモンドは共有結合結晶に分類される。

問1 下線部(1) について、分子結晶に分類される物質を、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① ケイ素            ② 亜鉛            ③ 水銀            ④ ヨウ素            ⑤ 二酸化ケイ素

問2 下線部(2) について、金属結晶の性質に関する記述として誤りを含むものはどれか。①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 薄く広げることができる性質である展性をもつ。  
② 長く引きのばすことができる性質である延性をもつ。  
③ 熱や電気をよく導く。  
④ 特有の光沢をもつ。  
⑤ 高温状態ほど電気伝導率が大きくなる。

問3 下線部(2) について、金属結晶中の金属原子の価電子はすべての原子によって共有されていると考えることができる。このような価電子を何というか答えよ。

問4 下線部(3) について、アンモニウムイオン中の化学結合を、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

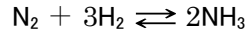
- ① 共有結合とイオン結合                            ② 共有結合と水素結合  
③ 共有結合と配位結合                            ④ イオン結合と水素結合  
⑤ イオン結合と配位結合

問5 下線部(4) について、黒鉛が電気を導く理由を「黒鉛は炭素原子の4個の価電子のうち」に続けて30字以内で答えよ。

## 化学基礎・化学 (その3)

第3問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

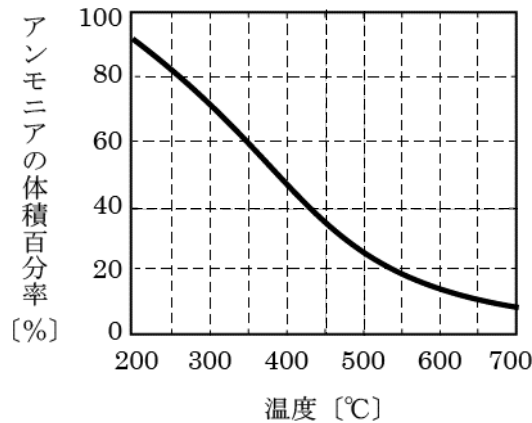
アンモニアの工業的な製法は(ア)法とよばれ、その反応は次のように表される。



平衡状態における各気体の分圧  $P_{\text{N}_2}$  [Pa] ,  $P_{\text{H}_2}$  [Pa] ,  $P_{\text{NH}_3}$  [Pa] を用いると、この反応の圧平衡定数  $K_p$  [Pa<sup>-2</sup>] は、次のように表される。

$$K_p = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{P_{\text{N}_2} \cdot (P_{\text{H}_2})^3}$$

次の図は、 $3.00 \times 10^7$  Pa の条件で、窒素と水素の混合気体(体積比  $\text{N}_2 : \text{H}_2 = 1 : 3$ ) からアンモニアを合成したときの、反応の温度[°C] と生成したアンモニアの混合気体中の体積百分率[%] の関係を示したものである。



問1 文章中の(ア)に当てはまる語句としてもっとも適当なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① オストワルト                      ② ハーバー・ボッシュ                      ③ アンモニアソーダ  
④ ソルベー                              ⑤ ホール・エルー

問2 この反応の濃度平衡定数  $K_c$  [L<sup>2</sup>/mol<sup>2</sup>] を、 $K_p$ 、気体定数  $R$  [Pa · L/(K · mol)] , 絶対温度  $T$  [K] を用いて式で答えよ。

## 化学基礎・化学 (その4)

問3 350℃,  $3.00 \times 10^7$  Pa の条件で, 密閉容器内に  $\text{N}_2$  10.0 mol,  $\text{H}_2$  30.0 mol を入れて  $\text{NH}_3$  を合成した。次の (a) ・ (b) に答えよ。

(a) 平衡時の  $\text{NH}_3$  の物質質量[mol] はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

(b) 平衡時のそれぞれの気体の物質質量比が  $\text{N}_2 : \text{H}_2 : \text{NH}_3 = 1 : 3 : 6$  であったとき, 圧平衡定数  $K_p$  [ $\text{Pa}^{-2}$ ] の値はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

問4 350℃において,  $3.00 \times 10^7$  Pa より高圧の条件で, 窒素と水素の混合気体(体積比  $\text{N}_2 : \text{H}_2 = 1 : 3$ ) からアンモニアを合成した場合, 生成するアンモニアの体積百分率[%] はどうなるか。もっとも適当なものを, ①~④の中から1つ選び, 番号で答えよ。

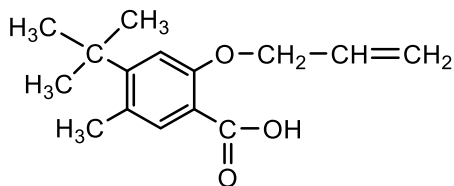
- ① 気体分子の総数を増加させる方向に平衡が移動し, アンモニアの体積百分率が大きくなる。
- ② 気体分子の総数を減少させる方向に平衡が移動し, アンモニアの体積百分率が大きくなる。
- ③ 気体分子の総数を増加させる方向に平衡が移動し, アンモニアの体積百分率が小さくなる。
- ④ 気体分子の総数を減少させる方向に平衡が移動し, アンモニアの体積百分率が小さくなる。

## 化学基礎・化学 (その5)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。ただし、構造式は構造式の例にならって答えよ。

炭化水素の水素原子を(ア)基で置換した構造をもつ化合物をアルコールという。アルコールは、分子量が同じ程度の炭化水素や構造異性体の関係にあるエーテルよりも融点や沸点が高い。

構造式の例



問1 文章中の(ア)に当てはまる語句を答えよ。

問2 エタノールと単体のナトリウムが反応するときの化学反応式を答えよ。ただし、化合物は示性式で表せ。

問3 分子式  $C_4H_{10}O$  で表される構造異性体の数は何種類か。整数で答えよ。

問4 分子式  $C_4H_{10}O$  で表されるアルコールのうち、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、特有の臭気を持つ黄色沈殿が生成するものの構造式を答えよ。

問5 次の反応のうち、反応する有機化合物と生成する有機化合物の炭素数が異なるものを、①～④の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① アセチレンに硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として水を付加する。
- ② 濃硫酸を  $130\sim 140^\circ\text{C}$  に加熱しながらエタノールを反応させる。
- ③ 濃硫酸を  $160\sim 170^\circ\text{C}$  に加熱しながらエタノールを反応させる。
- ④ メタノールの蒸気加熱した銅線を触れさせる。

## 化学基礎・化学 (その6)

第5問 以下の問い(問1～4)に答えよ。

問1 不飽和脂肪酸を構成脂肪酸にもつ油脂に、ニッケルを触媒として高温で水素を付加させると常温で固体の油脂に変化する。このようにしてできた油脂としてもっとも適当なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 脂肪      ② 脂肪油      ③ 乾性油      ④ 硬化油      ⑤ セッケン

問2 ステアリン酸  $C_{17}H_{35}COOH$ 、オレイン酸  $C_{17}H_{33}COOH$ 、リノール酸  $C_{17}H_{31}COOH$  を構成脂肪酸にもつ分子量 884 の油脂 100 g に付加するヨウ素  $I_2$  の質量[g] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問3 あるタンパク質に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿を生じた。これはタンパク質の成分元素である硫黄から生成した硫化物イオン  $S^{2-}$  と鉛(Ⅱ)イオン  $Pb^{2+}$  が反応して硫化鉛(Ⅱ)  $PbS$  が生成したためである。このタンパク質の構成アミノ酸であり、硫黄原子を含む  $\alpha$ -アミノ酸としてもっとも適当なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① リシン      ② セリン      ③ チロシン      ④ システイン      ⑤ グルタミン酸

問4 アラニン 50 分子が直鎖状に縮合重合したペプチドの分子量はいくらか。有効数字3桁で答えよ。