

## 基礎無機化学 演習問題 No.1

1. 標準生成エンタルピー  $\Delta H_f^\circ$  の定義を  $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$  について適当な化学反応式を示して説明せよ。
2. 次のエンタルピー変化に対応する化学反応式を示せ。  
 (a)  $\Delta H_{sub}^\circ [\text{H}_2\text{O}]$  (b)  $\Delta H_{vap}^\circ [\text{C}_6\text{H}_6]$  (c)  $\Delta H_{EA}^\circ [\text{Cl}(\text{g})]$  (d)  $\Delta H_{ion}^\circ [\text{Na}(\text{g})]$
3. 1mol の炭素 C、硫黄 S、液体二硫化炭素  $\text{CS}_2$  を  $25^\circ\text{C}$  で燃焼して生成物  $\text{CO}_2(\text{g})$  と  $\text{SO}_2(\text{g})$  をつくる際のエンタルピー変化はそれぞれ  $-393.5$ 、 $-296.1$ 、 $-1073.5\text{kJmol}^{-1}$  である。 $25^\circ\text{C}$  での  $\text{CS}_2(\text{l})$  の標準生成エンタルピーを求めよ。
4. 液体エタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、水素ガス  $\text{H}_2$ 、黒鉛のそれぞれが  $25^\circ\text{C}$  で燃焼して  $\text{CO}_2(\text{g})$  と  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  をつくる際のエンタルピー変化はそれぞれ  $-1366.9$ 、 $-285.8$ 、 $-393.5\text{kJmol}^{-1}$  である。 $25^\circ\text{C}$  での液体エタノールの標準生成エンタルピーを求めよ。
5. 1mol のジボラン ( $\text{B}_2\text{H}_6$ ) が燃焼して  $\text{B}_2\text{O}_3$  と水が生成するとき発生するエンタルピー変化と 1mol の元素状のホウ素が燃焼するとき発生するエンタルピー変化はそれぞれ  $-2020\text{kJmol}^{-1}$  と  $-1264\text{kJmol}^{-1}$  である。ジボランの標準生成エンタルピー変化はいくらか。ただし、水の標準生成エンタルピー変化は教科書の値を用いよ。
6. 希アンモニア水溶液が希硫酸銅水溶液へ加えられた。錯イオン  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  が生成する反応で温度は上がるか下がるか。ただし、 $\Delta H [\text{NH}_4^+(\text{aq})] = -132.51\text{kJmol}^{-1}$ 、 $\Delta H [\text{OH}^-(\text{aq})] = -229.99\text{kJmol}^{-1}$ 、 $\Delta H [\text{Cu}^{2+}(\text{aq})] = 67.77\text{kJmol}^{-1}$ 、 $\Delta H [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})] = -348.5\text{kJmol}^{-1}$ 、 $\Delta H [\text{H}_2\text{O}] = -285.83\text{kJmol}^{-1}$  である。
7.  $\text{SF}_6$  の平均 S-F 結合エネルギーを定義するのに用いることのできる式を書け。この値は  $\text{SF}_6(\text{g}) \rightarrow \text{SF}_5(\text{g}) + \text{F}(\text{g})$  のような過程のエネルギーにどのように関係していると思われるか。
8. 次のデータを基にして N-H の結合エネルギーの値を推定せよ。  
 (1)  $1/2\text{N}_2 + 3/2\text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$   $\Delta H_1 = -46.11\text{kJmol}^{-1}$   
 (2)  $1/2\text{N}_2 \rightarrow \text{N}$   $\Delta H_2 = 472.70\text{kJmol}^{-1}$   
 (3)  $1/2\text{H}_2 \rightarrow \text{H}$   $\Delta H_3 = 217.96\text{kJmol}^{-1}$
9. シクロプロパンの燃焼のエンタルピーは  $-2091.2\text{kJmol}^{-1}$  である。この値と次の値を用いてシクロプロパン中の C-C の結合エネルギーを推定せよ。ただし、  
 $\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2) = -393.51\text{kJmol}^{-1}$ 、 $\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285.83\text{kJmol}^{-1}$ 、  
 $\text{C}(\text{黒鉛}) \rightarrow \text{C}(\text{g})$   $\Delta H_2 = 716.68\text{kJmol}^{-1}$   
 $1/2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}(\text{g})$   $\Delta H_3 = 217.96\text{kJmol}^{-1}$   
 C-H の結合エネルギー、 $E_{\text{C-H}} = 410\text{kJmol}^{-1}$
10. エントロピーの定性的な定義を 80 字以内で書け。
11. 水素の融点 (14K) での融解エンタルピー変化は  $120\text{Jmol}^{-1}$  である。この温度での水素の融解エントロピー変化はいくらか。ヒント、相が平衡にあるとき、 $\Delta G$  はゼロとなる。
12. 温度一定で圧力を 2 倍にすると、理想気体 1mol のエントロピーはどのくらい変化するか。
13.  $\text{Cl}_2(\text{g})$  と  $\text{CH}_4(\text{g})$  とから  $\text{CH}_3\text{Cl}(\text{g})$  と  $\text{H}_2(\text{g})$  をつくる反応の  $25^\circ\text{C}$  での平衡定数を計算せよ。ただし、 $\Delta G_f^\circ (\text{CH}_3\text{Cl}) = -58.6\text{kJmol}^{-1}$ 、 $\Delta G_f^\circ (\text{CH}_4) = -50.72\text{kJmol}^{-1}$
14. 標準状態における  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の水の平衡蒸気圧を計算せよ。ただし、  
 $\Delta G_f^\circ (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = -1879.74\text{kJmol}^{-1}$ 、 $\Delta G_f^\circ (\text{CuSO}_4) = -661.8\text{kJmol}^{-1}$ 、  
 $\Delta G_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) = -228.57\text{kJmol}^{-1}$  である。ヒント、固体の活量は 1 で、気体の活量は分圧に等しい。