

基礎無機化学 演習問題 No.1

1. 標準生成エンタルピー ΔH_f° 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) $\Delta H_{\text{sub}}^\circ [\text{H}_2\text{O}]$ (b) $\Delta H_{\text{vap}}^\circ [\text{C}_6\text{H}_6]$ (c) $\Delta H_{\text{EA}}^\circ [\text{Cl}(\text{g})]$ (d) $\Delta H_{\text{ion}}^\circ [\text{Na}(\text{g})]$
3. 1mol の炭素 C、硫黄 S、液体二硫化炭素 CS_2 を 25°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 、 -1073.5kJmol^{-1} である。 25°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 H_2 、黒鉛のそれぞれが 25°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 、 -393.5kJmol^{-1} である。 25°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 (B_2H_6) が燃焼して B_2O_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 -2020kJmol^{-1} と -1264kJmol^{-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. 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 -2091.2kJmol^{-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 120Jmol^{-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、 ΔG 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°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。