物理化学 I 期末試験問題

橋本教官

平成 14 年 1 月 24 日

2001 年分

問題 1　理想気体について Mayer の関係式

$$C_P - C_V = R$$

が成立することを示せ。ただし、理想気体における内部エネルギーは温度のみの関数である。

問題 2　エントロピーの統計的定義は、

$$S = k \ln W$$

である。k はボルツマン定数 ($k = 1.38 \times 10^{-23}\mathrm{JK}^{-1}$), W は系の取りうる状態の総数である。この式がコンピュータによる情報処理に対しても適用できるとする。2 つの入力端子 A,B と 1 つの出力端子 C をもつ演算素子で、温度 300K において 1 回演算を行うために最低限必要とされるエネルギーを求めよ。ただし、各端子の入力値あるいは出力値は、0 または 1 の 2 通りの状態を取りうる (つまりデジタル回路である) とする。

問題 3

$$\mathrm{SO_2(g)} + \frac{1}{2}\mathrm{O_2} \rightleftharpoons \mathrm{SO_3(g)}$$

において、理想気体として取り扱えるものとして以下の問に答えよ。

(1) 1atm, 298K における平衡定数を下の数値を用いて求めよ。

(25°C)	$\mathrm{SO_2(g)}$	$\mathrm{SO_3(g)}$	$\mathrm{O_2(g)}$
$\Delta H_f^{\ominus}[\mathrm{kJ/mol}]$	-297.0	-395.2	
$S^{\ominus}[\mathrm{J/K \cdot mol}]$	247.0	256.2	205.1

$R = 8.3\mathrm{JK}^{-1}\mathrm{mol}^{-1}$

(2) 1atm, 1000K の平衡定数を求めよ。ただし、

(25°C)	$\mathrm{SO_2(g)}$	$\mathrm{SO_3(g)}$	$\mathrm{O_2(g)}$
$C_P[\mathrm{J/K \cdot mol}]$	48	69	33.5

で一定とする。

問題 4　クロロベンゼンとブロモベンゼンの混合液は理想溶液とみなせる。137°C でクロロベンゼンの蒸気圧は 1.136atm, ブロモベンゼンは 0.596atm である。

(1) 1atm における沸点が 137°C である混合液の組成を求めよ。

(2) 137°C において、(1) の混合溶液と平衡にある蒸気の組成を求めよ。

問題 5　1 次相転移と 2 次相転移の定義を述べよ。また、1 次相転移について比熱 C_P の、相転移温度における一般的な挙動について式を用いて説明せよ。

1999 年分

問題 1

(1) Maxwell の関係式を用いて、

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$$

を導け。

(2) 上式より、理想気体の U は T のみの関数であることを示せ (Joule の法則)。

問題 2

(1) 1atm のもとで、273.15K の水 1mol が凝固して 273.15K の氷となるときのエントロピー変化を求めよ。また、この過程にともなう外界のエントロピー変化も求めよ。

(2) 1atm のもとで 263.15K に過冷却された 1mol の水が凝固して 263.15K の氷になるときのエントロピー変化を求めよ。また、この過程にともなう外界のエントロピー変化はどうなるか。

ただし、273.15K, 1atm における氷のモル融解熱を $6008\mathrm{Jmol}^{-1}$、水及び氷の平均定圧モル熱容量をそれぞれ 75.36 および $37.62\mathrm{JK}^{-1}\mathrm{mol}^{-1}$ とする。

問題 3　0°C における水および氷の密度は $0.9999\mathrm{gcm}^{-3}$, $0.9168\mathrm{gcm}^{-3}$, 融解熱は $333.88\mathrm{Jg}^{-1}$ である。1atm における氷の融点が 0°C であるとすると、三重点 4.58Torr における融点はいくらになるか。

問題 4　H_2O と NaCl の 2 成分系は、1atm で NaCl 22.4%のところに-21.2°C の共融点をもつ。状態図の要部を示し、それによって氷水と NaCl とで寒剤が作られることを説明し、寒剤の最低温をうるための食塩の添加量は、ある量以上であれば大略でよいことを、相律の立場から示せ。ただし、氷と塩化ナトリウムは固溶体を全く作らない。

問題 5 At 200K, BeO(s) vaporizes mainly according to the reaction:

$$\mathrm{BeO(s) = Be(g) + O(g)}$$

Use the following data to calculate:

(1) an equation representing $\log 10\mathrm{K}$ as a function of temperature in the 1800-2200K range, and

(2) the pressure of Be(g) at 2000K (assume the pressure of Be(g) and O(g) are incidental)

SPECIES	BeO(s)	Be(g)	O(g)
$\triangle H_f^\circ(\mathrm{kJ/mol})$	-604.2	+305.0	255.2
$\triangle S_f^\circ(\mathrm{J/mol-K})$	-100.8	+110.9	+66.9

Typeset by $\mathcal{AMS}$-LaTeX