

岡山大学大学院自然科学研究科  
博士前期課程  
物質生命工学専攻  
物質応用化学系

平成20年度入学学力試験問題  
専門科目 物理化学

(注意)

- 各解答用紙の全てに受験番号と氏名を記入のこと。

平成 20 年度入学学力試験問題  
専門科目 物理化学

---

この試験で使用する記号は一般に以下の量，値を意味する。

$P$ : 圧力

$U$ : 内部エネルギー

$H$ : エンタルピー

$S$ : エントロピー

$V$ : 体積

$G$ : Gibbs 自由エネルギー (Gibbs 関数)

$T$ : 絶対温度

# 物理化学

## 問題 1

(50点)

問 1 SI 基本単位は長さ[m]、質量[kg]、時間[s]、電流[A]、温度[K]、物質の量[mol]、光度[cd]からなっている。例にならい、以下の物理量、単位や定数の単位系を、これらの基本単位を用いて表せ。

例 力 [N]	( $\text{kg m s}^{-2}$ )
圧力 [Pa]	( )
エネルギー [J]	( )
仕事率 [W]	( )
周波数 [Hz]	( )
電荷 [C]	( )
電位 [V]	( )
Avogadro 定数 $N_A$	$6.02 \times 10^{23}$ ( )
Plank 定数 $h$	$6.63 \times 10^{-34}$ ( )
気体定数 $R$	8.31 ( )
Boltzmann 定数 $k$	$1.38 \times 10^{-23}$ ( )

問 2 van der Waals 状態方程式を示せ。また、式中の比例定数  $a$ ,  $b$  の物理的意味を説明せよ。

問 3 van der Waals 状態方程式の比例定数  $a$ ,  $b$  を臨界圧力  $P_c$ 、臨界温度  $T_c$ 、臨界体積  $\bar{V}_c$  を用いて表わせ。導出過程も詳細に示すこと。

## 物理化学

### 問題 2

(50点)

窒素、水素、アンモニアの標準生成エンタルピーをそれぞれ 0, 0, -45.90 kJ/mol、標準エントロピーをそれぞれ 191.61, 130.68, 192.77 J/K mol とし、以下の問いに答えよ。

問 1 アンモニアの標準生成自由エネルギーを求めよ。

問 2 反応  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$  の 25°C における平衡定数を  $K$  とし、 $\ln K$  の値を求めよ。

問 3 自由エネルギーの“自由”とは何かを述べよ。

## 物理化学

### 問題 3

(50点)

任意に溶け合う液体 A および B を定温・定圧の条件で混合する。以下の問いに答えよ。

問1 混合溶液の体積  $V$  は液体 A および B の各々のモル数、 $n_A$  および  $n_B$  に依存すると仮定する。混合溶液の体積  $V$  の微小変化  $dV$  (全微分) はどのように示されるか。

問2 A と B の各々の部分モル体積を、 $\bar{V}_A$  および  $\bar{V}_B$  で表すとき、A が  $n_A$ 、B が  $n_B$  からなる混合溶液の体積  $V$  は

$$V = n_A \bar{V}_A + n_B \bar{V}_B$$

で表される。

1 気圧下 25°C において 500 g の水と 500 g のエタノールを混合して調製したエタノール水溶液の体積を求めよ。ただし、水およびエタノールのモル質量は、それぞれ 18 および 46 とし、図 1 に水とエタノールの混合溶液のモル分率と部分モル体積の関係を示す。

問3 図 1 に示すように  $\bar{V}_{\text{水}}$  および  $\bar{V}_{\text{エタノール}}$  は、モル分率に対し複雑に変化するが、そこにはある法則が成り立ち、Gibbs-Duhem の式として表現される。この式を導き、その式の意味するところを記せ。

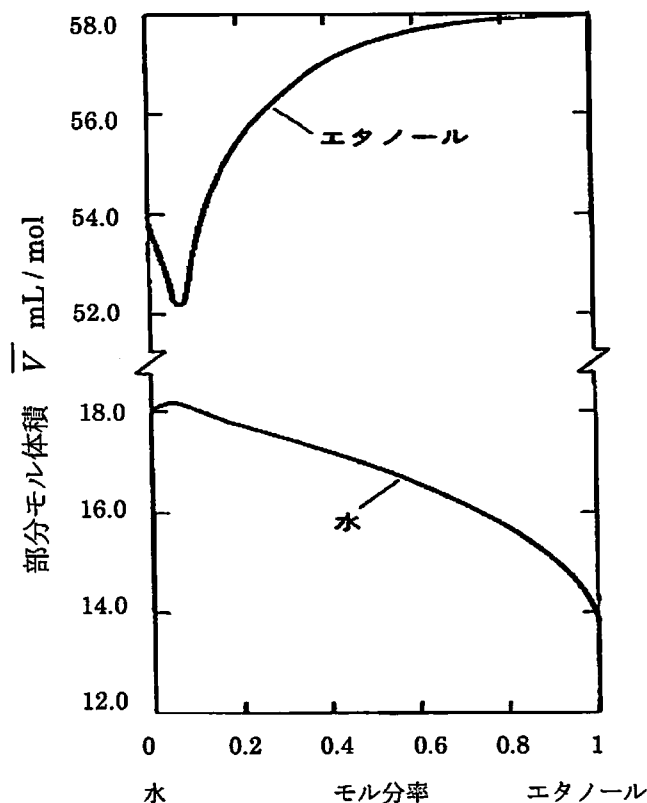


図 1

## 物理化学

### 問題 4

(50点)

白金電極などの不活性電極を用いて、次の化合物の水溶液に直流電流を流す場合、以下の問いに答えよ。但し、原子量は、Na = 22.99、S = 32.06、O = 16.00、Cl = 35.45、Cu = 63.55、H = 1.00 とする。

(A) 硫酸ナトリウム      (B) 塩化ナトリウム      (C) 硫酸銅

問1 (A) の水溶液の場合においてカソード(陰極)での電極反応を示せ。

問2 (A) の水溶液において、この溶液に 0.340 A の電流を 4.73 分流す。その時、アノード(陽極)で  $2.5 \times 10^{-4}$  モルの気体が得られたとする。このことから Faraday 定数を求めよ。反応式や計算過程もふくめて説明せよ。

問3 (C) の水溶液において、問2と同じ電流を同じ時間流した場合、カソード(陰極)での生成物とその質量を答えよ。

問4 同じモル濃度の (A), (B), (C) の水溶液について、イオン強度が一番大きいものはどの溶液か。その理由もふくめて答えよ。