

受験番号	
------	--

物理化学 その1

第1問 以下の設問に答えよ。気体定数を $R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ とする。

(1) 圧力 1.0 atm , 温度 300 K , 体積 1.0 m^3 の完全気体の物質量 $n [\text{mol}]$ を計算して答えよ。

(2) 圧力 1.0 atm , 温度 300 K , 体積 1.0 m^3 の空気の質量 $m [\text{kg}]$ を計算して答えよ。ただし、この条件下で空気は完全気体と見なしてよい。また、簡単のため空気の成分は N_2 および O_2 のみとし、その物質量の比は $n_{\text{N}_2} : n_{\text{O}_2} = 0.8 : 0.2$ とする。また、 N_2 , O_2 の分子量はそれぞれ 28 g mol^{-1} , 32 g mol^{-1} とする。

[第1問の解答箇所] (裏面を使ってもよいが、紙面の下半分に記入すること)

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

物理化学 その2

第2問 実在気体の性質に関して以下の設問に答えよ。

(1) 実在気体の分子間には引力や斥力が作用する。分子間引力、斥力が生じる理由をそれぞれ簡潔に説明せよ。

(2) 実在気体の状態方程式として、ファンデルワールス方程式

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \quad (1)$$

がよく知られている。ここで p , V , n , T はそれぞれ実在気体の圧力, 体積, 物質量, 温度を, R は気体定数を表す。また a , b は正の定数である。定数 a , b がそれぞれ実在気体のどのような性質を反映しており, なぜ(1)式のような形で状態方程式に入るか, 簡潔に説明せよ。

[第2問(1), (2)の解答箇所] (裏面を使ってもよいが, 紙面の下半分に記入すること)

小計	
----	--

点	
---	--

受験番号	
------	--

物理化学 その3

第2問 (つづき)

(3) 設問(2)において、 $n = 1$ molの場合のファンデルワールス方程式を、 $(b/V) \ll 1$ の場合に以下の形に展開して完全気体からのずれを考察する。

$$p = \frac{RT}{V} \left[1 + \frac{B(T)}{V} + \dots \right] \quad (2)$$

$B(T)$ を a , b , T で表せ。 $B(T)$ の符号が正の場合、負の場合は、それぞれどのような場合に相当するか考察せよ。必要であれば、 $|\delta| \ll 1$ のときに成立する近似式 $(1 - \delta)^t \simeq 1 - t\delta$ を用いてよい。

[第2問(3)の解答箇所] (裏面を使ってもよいが、紙面の下半分に記入すること)

小計	
----	--

点	
---	--

受験番号	
------	--

物理化学 その4

第3問

エネルギーが0または ϵ ($\epsilon > 0$) のどちらかである粒子の集まりを考える。温度を T 、ボルツマン定数を k とする。以下の設問に答えよ。

(1) 多くの粒子の中で、エネルギー E をもつ粒子の割合 p_E は、ボルツマン因子 $\exp\left(-\frac{E}{kT}\right)$ に比例する。これを利用して、 p_0 および p_ϵ を ϵ 、 T で表せ。

(2) 十分低温 ($kT \ll \epsilon$) の場合から十分高温 ($kT \gg \epsilon$) の場合まで温度 T を変化させると、 p_ϵ はどのように変化するか考察せよ。 $p_\epsilon(T)$ の概要を、縦軸に p_ϵ 、横軸に T を取ってグラフに表せ。

[第3問の解答箇所] (裏面を使ってもよいが、紙面の下半分に記入すること)

小計	
----	--

点	
---	--