

化学熱力学 A① 試験問題

教員名 佐藤 健

H19.09.04(火)4 限(90 分間) 1 年理Ⅱ,Ⅲ 14,15,17,18,20,21,23 組

問題 1 枚・計算用紙 1 枚・解答用紙両面 1 枚 ノート・参考書・電卓持込不可

注意：計算問題は導出過程も示すこと。必要に応じて次の値を参照せよ。

$\ln 2=0.693$, $\ln 3=1.10$, $\ln 5=1.61$, $1 \text{ atm}=101325 \text{ Pa}$

問題に明らかな誤りがあると思う場合は、それを指摘・修正して解答すること。

問題 1 熱力学に関する次の用語を簡単に説明せよ。

- A. 状態量 B. 第二種永久機関 C. カルノーの定理
D. ヘルムホルツの自由エネルギー E. クラウジウス・クラペイロンの式

問題 2 ファンデルワールスの考え方による実在気体の状態方程式

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

(a, b は気体の種類によって定まる定数) について、気体の圧力 P に対して、補正項 $\frac{an^2}{V^2}$ を加える意味を説明せよ。

問題 3 アンモニア 2.00 mol を 100°C , 1.00 atm で定圧で加熱してその体積を 3 倍とした。このときの系における A. 受け取った熱量 B. 外界にした仕事 C. エンタルピー変化 D. エントロピー変化をそれぞれ計算せよ。(答えの有効数字は 3 桁とし、単位を明記すること)ただし、アンモニアの定圧モル比熱は温度によらず一定($29.7 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$)とし、アンモニアは理想気体とみなしてよい。

問題 4 ヘルムホルツの自由エネルギー F とギブスの自由エネルギー G の全微分が、それぞれ $dF = -PdV - SdT$, $dG = VdP - SdT$ で表すことができることを示せ。また、エンタルピーの定義式から次の関係式を導け。

A. $\left(\frac{\partial S}{\partial H}\right)_P = \frac{1}{T}$ B. $\left(\frac{\partial P}{\partial H}\right)_S = \frac{1}{V}$ C. $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + V$

問題 5 五塩化リン PCl_5 は次のように解離する。



PCl_5 1.00 mol を反応容器に入れて、 280°C で平衡に到達させたところ、気体の圧力は 1.00 atm で、密度は 2.35 gdm^{-3} であった。原子量は $P = 31.0$, $\text{Cl} = 35.5$ として以下の問いに答えよ。(答えの有効数字は 3 桁とし、単位を明記すること)

- A. 解離平衡にある混合気体の平均分子量を求めよ。
B. A の答え(有効数字 3 桁)を用いて解離平衡にある混合気体中の PCl_5 の分圧(Pa)を求めよ。
C. 280°C におけるこの解離反応の圧平衡定数を求めよ。
D. 280°C におけるこの解離反応の標準ギブスエネルギー変化を求めよ。
(ただし、D では答えの中に自然対数を含んだままでよい。)