

10.22/2014 学修相談実施報告

来室学生

一回生 男子 一名

計一名

質問内容

1. van der Waals の状態方程式を授業で今習っていて、密度： $\rho = N/V$ を用いて式が誘導されているが、密度がわからない。また、最後の式で気体 n モルに対して導かれた式から、気体 1 モルに対して成立する式に書き換えるところがわからない。

回答内容

1. 密度の式 $\rho = N/V$ を得るには、何か別の式が必要と学生は誤解していたので、密度は定義で、一般的には物質について(質量)/(体積) = $\rho = m(\text{g})/V(\text{cm}^3) = m(\text{kg})/V(\text{L})$ で定義される、と答え、特に固体では密度は物質固有の値になるので、アルキメデスが風呂に入っているときに、王冠を純金製かまがい物か、王冠を壊さないで調べる方法を見つけた話をした。

$\rho = N/V$ では N の値は質量ではなく数になっていて、一般的な密度の定義には合わないので、学生は戸惑っていたが、単位体積当たりの分子の数、つまり数密度と考えればよい、と回答した。数密度： $\rho = N/V$

学生の質問の n モルの気体に対する van der Waals の状態方程式は式(1)であったので、

$$\left(P + a \left(\frac{N}{V} \right)^2 \right) (V - nb) = nRT \quad (1)$$

モル体積を V_m 、アボガドロ数を N_A 、とすると、 V 、 N は式(2)のように表わされるので、

$$V = n \cdot V_m, \quad N = n \cdot N_A \quad (2)$$

これを式(1)に代入すれば、1 モルについての状態方程式(3)が得られる。

$$\left(P + a \left(\frac{n \cdot N_A}{n \cdot V_m} \right)^2 \right) (n \cdot V_m - nb) = nRT \Rightarrow \left(P + \frac{a'}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT \quad a' = aN_A^2 \quad (3)$$

逆に言うと、1 モルについての状態方程式(3)から n モルについての状態方程式を求めなさい、という問題にどう答えるかを考えればよい。

理想気体では

$$PV = RT \Rightarrow PV = nRT$$

とすぐ書けるが、これは P 、 T は強度量でモル数に関係ないが、 V は示量変数なので、気体が n モルになると、 n 倍になるので、上式右辺も n 倍しなければならない。

同じように考えると、1 モルについての van der Waals の状態方程式が式 (4) で表わされるとすると、 n モルの気体では式(5)のようになると説明。

$$\left(P + \frac{a'}{V^2} \right) (V - b) = RT \quad (4)$$

↓ n モル

$$\left(P + \frac{n^2 a'}{V^2} \right) (V - nb) = nRT \quad (5)$$

最後の部分は学生の部活のため時間切れで十分納得するまで説明できなかった。

他に学修相談ではないが、4 回生が一人、前期に借りていた本を返却に来室し、大学院進学が決まったことを伝えてくれた。

以上