

熱力学/2020年度レポート課題（1回目）改訂 /担当 佐々

2020/06/10 17:00 締め切り

問題 体積 V の箱の中に気体が物質量（モル数） N だけ閉じ込められている。この気体の熱容量は $3NR/2$ という一定の値をとっていた。温度 T を変えながら、密度に対する圧力の関数形を求めると

$$P(T, V) = \frac{NRT}{V - Nb} - a \frac{N^2}{V^2}$$

となった。ここで、 a, b は物質の種類に依存する正の定数である。 R は気体定数である。以下の問いに答えよ。

(i) この気体が十分に希薄なとき、理想気体と考えてよい。このとき、与えられた温度 T に対して、「十分に希薄」とは「密度が十分に小さい」ことを意味するが、何に比べて十分に小さいのか数式を用いて議論せよ。

(ii) 等温圧縮率 κ は

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \quad (1)$$

で定義される。前問の意味で十分に希薄のとき、等温圧縮率を求めよ。

(iii) 等温圧縮率は正でなければならない。全ての密度について等温圧縮率が正である温度だけ考える。密度を固定したまま、十分に高温な状態から温度をさげていくと、ある温度 T_c に近づくにつれ、等温圧縮率 κ が発散するように増大するような特別な密度 ρ_c が存在する。その特別な密度 ρ_c を求め、 T に対する等温圧縮率の発散の仕方について議論せよ。

(iv) 物理的な議論から b の概算値（オーダー）を次元つきで評価し、前問の T_c について $T_c = 100K$ として、 a の概算値（オーダー）を次元つきで評価せよ。

レポート評点基準 (i), (ii) について最低限の正しい議論を行っている場合に C 以上の評価となる。それに加えて (iii) も含めて概ね正しい議論となっている場合には B, さらに (iv) までの問題について概ね正しい議論となっている場合には A 以上の評価となる。特に優れた考察を含む場合には A+ の評価となる。

レポート作成上の注意 このレポート課題の答えは成績評価に関係するので、他人の答えを見ないこと、また、他人に答えを見せないこと。教科書やインターネットの資料は参考にしてよい。課題の意味が分かりくいなどの質問がある場合には、sasa@scphys.kyoto-u.ac.jp に問い合わせるのは構わない。