



北海道大学

断熱変化で成り立つ変化量の関係式の導出過程が一致

入試問題

前期日程

3 問1

3 以下の文中の (1) ~ (9) に適切な数式を入れよ。また、(6) は140文字以内で記述せよ。

問1 圧力 p (Pa), 体積 V (m³), 気体定数 R (J/(mol·K)), 温度 T (K) としたとき, 状態方程式 $pV = RT$ にしたがう 1 mol の理想気体の微小変化を考える。この微小変化において温度が T から $T + \Delta T$, 体積が V から $V + \Delta V$ へ変化した。微小な体積変化 ΔV の区間においては, 圧力 p は一定とみなせる。一般に気体に与えた熱量を Q (J), 理想気体が外部からされた仕事を W (J), 理想気体の内部エネルギーの増加分を ΔU (J) とすると, これら3つの物理量の間に $\Delta U =$ (1) (J) の関係が成り立つ。この式を理想気体に適用すると, Q は ΔT と ΔV および定積モル比熱 c_V (J/(mol·K)) を用いて, $Q =$ (2) (J) と表せる。

定圧変化の場合, $Q =$ (2) (J) の関係式は微小変化量として ΔV を使わず ΔT のみを使って表すと, $Q =$ (3) (J) となる。

一方, 断熱変化における ΔT と ΔV の関係は, p, c_V を用いて表すと, $\Delta T =$ (4) (K) となり, 温度の変化率 $\frac{\Delta T}{T}$ と体積の変化率 $\frac{\Delta V}{V}$ との間には, c_V, R を用いて $\frac{\Delta T}{T} =$ (5) $\frac{\Delta V}{V}$ の関係が成り立つ。定圧変化における Q の関係から c_V を比熱比 γ と R で表すと $c_V = \frac{R}{\gamma - 1}$ (J/(mol·K)) となり, これらから断熱過程においては $TV^{\gamma-1}$ が一定であることがわかる。

河合塾

大学受験科 完成シリーズ

物理演習

①コース(力学・熱・波動編) 24

* 24

ピストンのついたシリンダーに圧力 p , 温度 T , 体積 V の単原子分子からなる理想気体を n (mol) 封入した。ピストンを瞬間的に引いて, 気体を断熱的に微小体積 ΔV だけ膨張させたところ, 圧力が Δp , 温度が ΔT だけ変化した。気体定数を R とする。

- 状態方程式より, $\frac{\Delta T}{T}, \frac{\Delta p}{p}, \frac{\Delta V}{V}$ の間に成立する関係式を導け。ただし, Δp と ΔV の積は十分に小さく無視できるものとする。
- 膨張による内部エネルギーの変化 ΔU を $n, R, \Delta T$ を用いて表せ。
- 熱力学第1法則より, $\frac{\Delta T}{T} + \alpha \frac{\Delta V}{V} = 0$ の関係式が導かれる。 α を求めよ。
- 以上から, $\frac{\Delta p}{p} + \beta \frac{\Delta V}{V} = 0$ の関係式が導かれる。 β を求めよ。

