



## 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  $V$  (m<sup>3</sup>), 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  $\Delta V$  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  $\Delta U$  (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  $\Delta T$  と  $\Delta V$  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、 $Q =$  (3) (J) の関係式は微小変化量として  $\Delta V$  を使わず  $\Delta T$  のみを使って表すと、 $Q =$  (4) (J) となる。

一方、断熱変化における  $\Delta T$  と  $\Delta V$  の関係は、 $p, c_V$  を用いて表すと、 $\Delta T =$  (5) (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  $\frac{\Delta T}{T} =$  (6)  $\frac{\Delta V}{V}$  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  $\gamma$  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  $\Delta V$  だけ膨張させたところ、圧力が  $\Delta p$ , 温度が  $\Delta T$  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、 $\Delta p$  と  $\Delta V$  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  $\Delta U$  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。 $\alpha$  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。 $\beta$  を求めよ。

