受験番号	

物理化学　その1

第 1 問　完全気体における状態関数の変化について，以下の問いに答えよ。

(1) 完全気体の Helmholtz エネルギー A の無限小変化 $\mathrm{d}A$ は，$\mathrm{d}A = -p\mathrm{d}V - S\mathrm{d}T$ と表されることを証明せよ。ただし，内部エネルギー U の無限小変化 $\mathrm{d}U$ が $\mathrm{d}U = -p\mathrm{d}V + T\mathrm{d}S$ となることは証明せずに使ってよい。ここで，p は圧力，V は体積，T は絶対温度，S はエントロピーである。

(2)A の無限小変化 $\mathrm{d}A$ は，A が V と T の二変数関数であれば，純粋に数学的に $\mathrm{d}A = \left(\frac{\partial A}{\partial V}\right)_T \mathrm{d}V + \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_V \mathrm{d}T$ とも表される。また，A は状態関数であるため $\left(\frac{\partial^2 A}{\partial V \partial T}\right) = \left(\frac{\partial^2 A}{\partial T \partial V}\right)$ が成り立つ。これらの関係式と (1) で得られた $\mathrm{d}A = -p\mathrm{d}V - S\mathrm{d}T$ から，Maxwell の関係式 $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$ を導出せよ。

(3) 一定温度下であれば，体積が変わっても完全気体の内部エネルギー U は変化しないこと（$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$）を証明せよ。ただし，その証明過程で必ず $U = A + TS$ という関係式を使うこと。

【第 1 問 (1), (2), (3) の解答箇所】（裏面を使ってもよいが，裏面の下半分に記入すること）

小計	点

受験番号	

物理化学　その２

第１問　（つづき）

(4) 完全気体の内部エネルギー U は，T と V の二変数関数であるとする。そのとき U の無限小変化量が $\mathrm{d}U = C_V \mathrm{d}T$ となることを証明せよ。ここで，$C_V = \left(\dfrac{\partial U}{\partial T}\right)_V$ は定容熱容量である。

(5) 完全気体が断熱可逆変化をする際，その U の無限小変化量は $\mathrm{d}U = -p\mathrm{d}V$ となることを証明せよ。ただし，仕事は膨張の仕事のみとする。

(6) 完全気体の定圧熱容量 $C_p = \left(\dfrac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ は，定容熱容量 C_V を使って，$C_p = C_V + nR$ と表されることを証明せよ。ここで，H はエンタルピー，n は物質量，R は気体定数である。

【第１問 (4)，(5)，(6) の解答箇所】（裏面を使ってもよいが，裏面の下半分に記入すること）

小計	点

受験番号	

物理化学　その3

第 1 問　（つづき）

(7) (4), (5) の結果を用いて，完全気体の断熱可逆膨張の際に成り立つ Poisson の公式 $pV^{\alpha} = c$ を導出せよ。ここで，α，c は定数である。

(8) このとき，Poisson の公式 $pV^{\alpha} = c$ の V の指数 α は，$\alpha = \dfrac{C_p}{C_V}$ となることを証明せよ。

【第 1 問 (7), (8) の解答箇所】（裏面を使ってもよいが，裏面の下半分に記入すること）

小計	点