

2017年度熱力学 宿題 (第14回)

著作権上の問題が発生するため学生が個人的に利用することだけ認めます。くれぐれも2次配布しないでください。

学 科		学 年	年	番 号		氏 名	
--------	--	--------	---	--------	--	--------	--

1. 内部エネルギー U の体積 V に対する変化率 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$ と表せることを導出する。

この関係式は、**エネルギー方程式**と呼ぶ。

- (a) 熱力学第一法則 ($dU = TdS - pdV$) から、等温過程の場合、 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ が、どのように表せるか答えよ。

(答)	
-----	--

- (b) 前問の結果と、マクスウェルの関係式から $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$ であることを示しなさい。

(答)	
-----	--

2. 以下ではジュール・トムソン過程について考える。

- (a) 定圧の条件で、エンタルピー H を温度 T で偏微分したものについて、 $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p = C_p$ が成り立つことを示しなさい。

(答)	
-----	--

- (b) H が T と p を2つの変数とした関数である場合、 dH を dT と dp を用いて表しなさい。

(答)	$dH =$
-----	--------

- (c) 前問 (b) の答えに対し、この問2ではエンタルピーの変化分 $dH = 0$ なので $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H$ が、どう表せるか示しなさい。

(答)	$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H =$
-----	--

- (d) 講義で扱った $dH = TdS + Vdp$ とマクスウェルの関係式を用いて, $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ が成り立つことを示しなさい.

(答)

- (e) 以上の結果から $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H = \frac{1}{C_p} \left(T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p - V \right)$ が成り立つことを示しなさい. なお, $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H = \delta$ とおき, この δ をジュール・トムソン係数と呼ぶ. また $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ を用いると, ジュール・トムソン係数は $\delta = \frac{V}{C_p} (T\alpha - 1)$ と表せる.

(答)