

熱学・統計力学要論(共通教育、田中担当クラス) レポート問題 略解

1. $\bar{W}/Q = nR/C_p$ となるので, 単原子分子 2/5, 2原子分子 2/7.

2. 絶対温度0度を摂氏 -273 度とする.

(a) $\eta_{\text{冷}} = \text{室内から運び出される熱/仕事} = (T_{\text{外}}/T_{\text{内}} - 1)^{-1} = 50.$

(b) 50kJ/s.

(c) 51kJ/s.

3. $\Delta S = \int \delta Q/T = 80/273 + \int_{273\text{K}}^{373\text{K}} dT/T + 540/373 \simeq 2.05 \text{ cal/K} (\simeq 8.59 \text{ J/K}).$

4. $S = C_V \log T + nR \log(V/n) + nRs_0$, $U = C_V + nRu_0$, $C_V = cnR$ より,
 $F = U - TS = -nRT \log(T^c V/n) + (c - s_0)nRT + nRu_0.$

5.

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p = 0.$$

6. (a) $U = C_V T - n^2 a/V + U_0.$

(b) $S = C_V \log T + nR \log(V - nb) + S_0.$

(c) $F = U - TS$ に上の結果を代入すればよい.

(d) $\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_T = 0$ を, V で T を表わす式と見て, T の最大値を求めればよい. $T_c = 8a/27Rb.$

7. $z = z(x, y)$ と見て,

$$dz = \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y dx + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_x dy.$$

$dz = 0$ と置いて, $\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z$ を求めればよい.

8. (a) $\delta Q = TdS$ より,

$$C_V = \left(\frac{\delta Q}{dT}\right)_V = T \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V.$$

これを

$$\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_V$$

に代入すればよい.

(b) 上と同様に,

$$C_p = \left(\frac{\delta Q}{dT}\right)_p = T \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_p$$

を用いればよい.

(c) 独立な状態量が2つの場合を考えているから, 3つの状態量の間には関係があり, 問7の結果を当てはめればよい.

(d) 略.