

第11回 エントロピーの周辺

7月19日

本日の内容

4-6. エントロピーの式と熱力学第二法則

4-7. エントロピーと温度圧力

$$ds = \frac{c_p}{T} dT - \frac{\alpha}{\rho} dp \quad (1)$$

4-8. 断熱温度勾配

$$\frac{dT}{dz} = -\Delta_{ad}\rho g = -\frac{\alpha g T}{c_p} \quad (2)$$

4-9. ポテンシャル温度 (省略)

4-10. 熱伝導方程式の導出

$$\rho c_p \frac{DT}{Dt} - \alpha T \frac{Dp}{Dt} = -\operatorname{div}(k \operatorname{grad} T) + \underline{\underline{\sigma'}} : \operatorname{grad} \underline{v} \quad (3)$$

流体力学の方程式のまとめ (一成分系、ニュートン流体)

$$\text{質量保存則 (連続の式)} \quad \frac{D\rho}{Dt} = -\rho \operatorname{div} \underline{v}$$

$$\text{運動量保存則 (Navier-Stokes 方程式)} \quad \rho \frac{D\underline{v}}{Dt} = -\operatorname{grad} p + \operatorname{div} \underline{\underline{\sigma'}} + \rho \underline{g}$$

$$\text{エントロピーの式} \quad \rho T \frac{Ds}{Dt} = -\operatorname{div} \underline{q} + \underline{\underline{\sigma'}} : \operatorname{grad} \underline{v}$$

$$\text{状態方程式} \quad \rho = \rho(p, T), \quad s = s(p, T)$$

$$\text{構成方程式 (Newton 粘性)} \quad \sigma'_{ij} = \mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \operatorname{div} \underline{v} \right) + \zeta \delta_{ij} \operatorname{div} \underline{v}$$

$$\text{構成方程式 (Fourier の法則)} \quad \underline{q} = -k \operatorname{grad} T$$

本日のレポート問題

締切: 8月6日(金)

[問題 4.2] 断熱温度勾配

(i) 大気の(乾燥)断熱温度勾配を求めよ。ただし、2原子分子のモル定圧比熱は $\frac{7}{2}R$ (R は気体定数) である。結果は数値で求めよ(当然 R にもしかるべき数値を入れること)

(ii) マントルの断熱温度勾配を求めよ。マントルの物性値は $\alpha = 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ 、 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ 、 $T = 2000 \text{ K}$ 、 $c_p = 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とせよ。

成績評価について

最初に伝えてある通り、出席とレポートを元にしています。昨日の時点での暫定的な評価は、受講登録者18名のうち

A 4名、B 5名、C 2名、D 7名

です。最後のレポートの結果まで見て最終的な成績を出します。最後のレポートは簡単ですから、皆さん出してください。