

22/5/20

熱

① マクロ

場合の数

$$S = Q/T = k_B \ln W$$

② ミクロ

ボルツマン定数

② ミクロな状態の数

① マクロな状態量

$$W = \omega^N$$

$$W_1 = \omega_1^N = \left(\frac{V_1}{v_m}\right)^N$$

$$W_2 = \omega_2^N = \left(\frac{V_2}{v_m}\right)^N$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{\left(\frac{V_2}{v_m}\right)^N}{\left(\frac{V_1}{v_m}\right)^N} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^N$$

$$S_2 - S_1 = \int_{V_1}^{V_2} dS = \int_{V_1}^{V_2} \frac{dQ}{T}$$

等温 = 定圧熱

$$0 = dE = dQ + dW$$

$$dQ = -dW = PdV$$

$$= \int_{V_1}^{V_2} \frac{d}{T} (PV) = \int_{V_1}^{V_2} \frac{P}{T} dV$$

$$= \int_{V_1}^{V_2} \frac{nR}{V} dV$$

$$= [nR \ln V]_{V_1}^{V_2}$$

$$pV = nRT$$

理想気体の状態方程式

$$= nR \ln V_2 - nR \ln V_1$$

$$= nR \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\ln \frac{W_2}{W_1} = \ln W_2 - \ln W_1$$

$$= N \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$S = k_B \ln W$$

$$k_B = \frac{R}{N_A}$$

$$N = N_A$$

$$S_2 - S_1 = \frac{R}{N_A} (\ln W_2 - \ln W_1) \quad \text{マボカト口数 - ミクロ数}$$

ボルツマン

Boltzmann

の関係式

$$\ln \frac{W_2}{W_1} = N \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow = N_A \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$S_2 - S_1 = nR \ln \frac{V_2}{V_1} = R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

2-1

の穴が説明書

5/22 追記 =

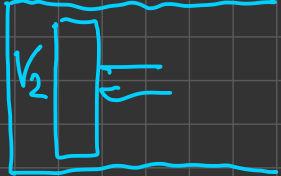
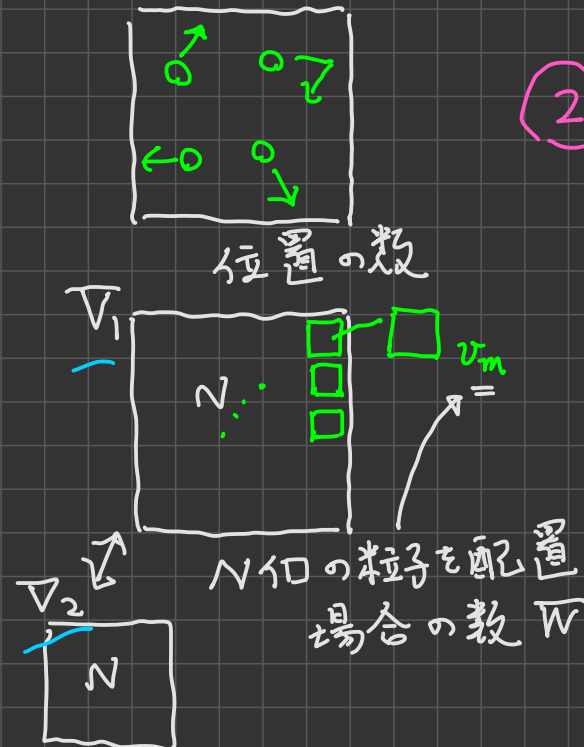
粒子数 N の

熱と W の関係

$$\ln \frac{W_2}{W_1} = N \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$S_2 - S_1 = nR \ln \frac{V_2}{V_1}$$

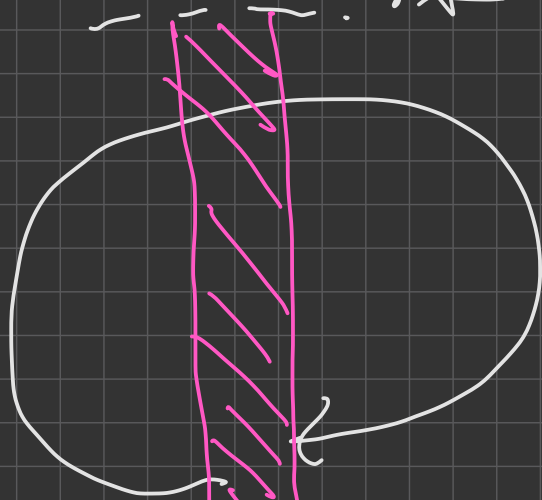
$$S_2 - S_1 = \frac{R}{N_A} (\ln W_2 - \ln W_1) \quad \text{マボカト口数 - ミクロ数}$$



22/5/206

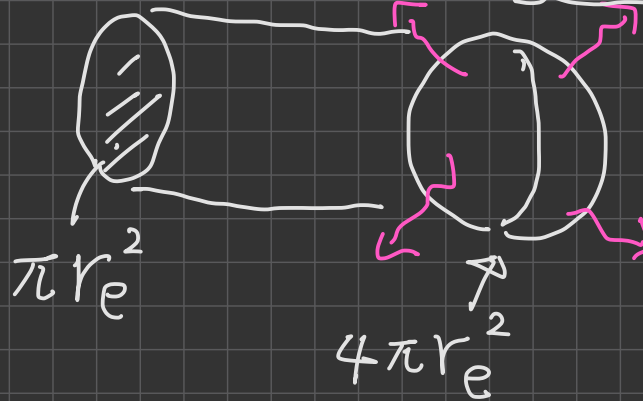
Manabe

宇宙



5/22 2022  
one-dim  
single-column  
1次元大気モデル  
(1967) model

太陽放射  $S$



地球放射

地球 月

平衡

定常

$$S = R$$

太陽定数  $1350 \text{ W/m}^2$

ステファン=ボルツマン

$$I = \sigma T_e^4$$

$$S = S_0 (1 - a) \pi r_e^2$$

$$R = 4\pi r_e^2 \sigma T_e^4$$

$$S_0 (1 - a) = 4 \sigma T_e^4$$

$$5.67 \times 10^{-8}$$

$\text{W/m}^2/\text{K}^4$  アルベド

反射率 = 0.3

(2) アルベドから求められる

大気層外にある場合の表面温度を求めよ。

(3) 大気層外にある場合の平衡の式を代入して解説し、地表温度を求めよ。