$$\chi = \frac{p^2}{2m} + mgz$$

נתון כי שדה הכובד קבוע בתוך Δh - כלומר $e^{-\beta mgh} \approx e^{-\beta mg(h+\Delta h)}$

$$\left(\beta mg\,\Delta h \ll 1 \right) \qquad \ddot{o}\check{s}$$

כלומר - $\int_{h}^{h+\Delta h} e^{-\beta mgz}\, dz \approx \Delta h\, e^{-\beta mgh}$

נחשב את פונקצית החלוקה ...

$$Z_1(h) = \frac{1}{(2\pi\hbar)^3} \int_{-\infty}^{\infty} d^3p\, e^{-\frac{\beta p^2}{2m}} \underbrace{\int_{S} dx\,dy}_{} \int_{h}^{h+\Delta h} e^{-\beta mgz}\, dz$$

$$\boxed{Z_1(h) = \frac{V}{\lambda_T^3}\, e^{-\beta mgh}} \qquad [V \equiv \Delta S \cdot \Delta h]$$

ונחשב כעת עבור h ו $N(h)$ של חלקיק $N(h)$

$$Z_N(h) = \frac{1}{N(h)!} \left(\frac{V}{\lambda_T^3} \right)^{N(h)} e^{-\beta mgh\, N(h)}$$

$$F = -kT \ln Z = -kT\, N(h)\left[\ln\left(\frac{V}{N(h)\lambda_T^3} \right) + 1 \right] + mgh\, N(h)$$

$$\mu(h) = \frac{\partial F}{\partial N(h)} = -kT\left[\ln\left(\frac{V}{N(h)\lambda_T^3} \right) + 1 \right] + kT + mgh$$

בתאים "בים" היא נשמר בתאים

$$\beta \mu(h) = \beta \mu(h=0) \qquad \text{נשווה ...}$$

$$-kT \ln\left(\frac{V}{N(h)\lambda_T^3} \right) - \beta mgh = \ln\left(\frac{V}{N_0 \lambda_T^3} \right) \qquad [N_0 = N(h=0)]$$

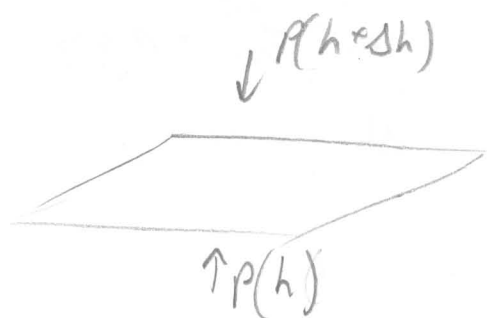$$-\beta mgh = \ln\left(\frac{N(h)}{N_0} \right)$$

$$\ln\left(\frac{P(h)}{P_0} \right) = -\beta mgh$$

$$\boxed{P(h) = P_0\, e^{-\beta mgh}}$$

$$\text{כי}\ \frac{N(h)}{N_0} = \frac{\beta P(h)V}{\beta P_0 V} = \frac{P(h)}{P_0} \quad$$

נגדיר את גובה לחמדה כאשר נדרוש גם נכון

של תרמודינמי כל

$\downarrow P(h+\Delta h)$

$\uparrow P(h)$

$$\Delta h\, \Delta S \cdot \left[\frac{P(h) - P(h+\Delta h)}{\Delta h}\right] = mg\, N(h) \qquad \left[n(h) = \frac{N(h)}{V}\right]$$
$$= \beta P(h)$$

$$-\frac{dP}{dh} = mg\, n(h) = \beta mg\, P(h)$$

$$\boxed{\frac{dP}{P} = -\beta mg \cdot dh} \;\rightarrow\; \boxed{P = P_0\, e^{-\beta mgh}}$$

אם נאפשר כי הטמפרטורה תהיה $\beta(h) = \beta$ כאשר כך המערכת אינה נמצאת שיווי משקל (שאינו תרמודינמי)

(א) המשוואה הבארומטרית. תקפה גם כאשר שברת סותרת גם טוב

---

(2) א. מצא, חלוקה כך נכונה... אבל גם של המערכת

$$U = -\frac{\partial \ln Z}{\partial \beta}$$

$$Z_1 = \left(\frac{1}{2\pi\hbar}\right)^3 \int_S dS \int d^3p\, e^{-\frac{\beta p^2}{2m}} \int_0^L dh\, e^{-\beta mgh}$$

$$Z_1 = \frac{A}{\lambda_T^3}\, \frac{\left(1 - e^{-\beta mgL}\right)}{\beta mg}$$

$$Z_N = \frac{1}{N!}\, Z_1^{\,N}$$

$$U = -\frac{\partial \ln Z}{\partial \beta} = N\left[\frac{5}{2}kT - \frac{mgL}{e^{\beta mgL} - 1}\right] = \begin{cases} \frac{3}{2}kTN & \beta mgL \ll 1 \\[4pt] \frac{5}{2}kTN & \beta mgL \gg 1 \end{cases}$$

$U = -\frac{\partial \ln Z}{\partial \beta} \sim \frac{5}{2}kTN \;\Leftarrow\; Z_N \propto \left(\frac{kT}{\lambda_T^3}\right)^N \propto \left(\beta^{-5/2}\right)^N \int dp \quad$ וכן בחישוב זה אכן אפקטיבי $V_{eff} = S \cdot \frac{kT}{mg} = \frac{S \cdot L}{\beta mg}$ וכד'

סכ כמתאגרת המאבחרות אטמוספירי

אל צאין אנאיריב סורו נשקל משל אחכ

כאן ניש פ

$$dp = -mgn(h)dh$$

$$pV^\gamma = \text{const}$$

$\downarrow$

$$p \cdot \left(\frac{T}{p}\right)^\gamma = \text{const} \quad \Rightarrow \quad p^{1-\gamma} T^\gamma = \text{const}$$

$\downarrow$

$$(\gamma-1)\left(\frac{T}{p}\right)^\gamma dp = \gamma p \left(\frac{T}{p}\right)^\gamma \cdot \frac{dT}{T}$$

$$dp = \left(\frac{\gamma}{\gamma-1}\right) \cdot n \, dT$$

אבצן

$$\left(\frac{\gamma}{\gamma-1}\right) n \, dT = -mgn \, dh$$

$$\underline{\Delta T = \left(\frac{1-\gamma}{\gamma}\right) mg \, \Delta h}$$