

* Third law of Thermodynamics

- ☆ Nernst Statement ضو مطلق $T \rightarrow 0 \rightarrow "S \rightarrow 0"$
- ☆ Planck statement آئندہ طبعی سیمہ ہا در ضو مطلق ہم برابر ہیں صفر تک
- ☆ Simon Statement ہم آئندہ در پائین حاک آئندہ پائین در صفر مطلق صفر تک

○ $\lim_{T \rightarrow 0} C_p = \lim_{T \rightarrow 0} C_v \Rightarrow \lim_{T \rightarrow 0} C_p - C_v = 0$

Ideal Gas $\rightarrow C_p - C_v = R$

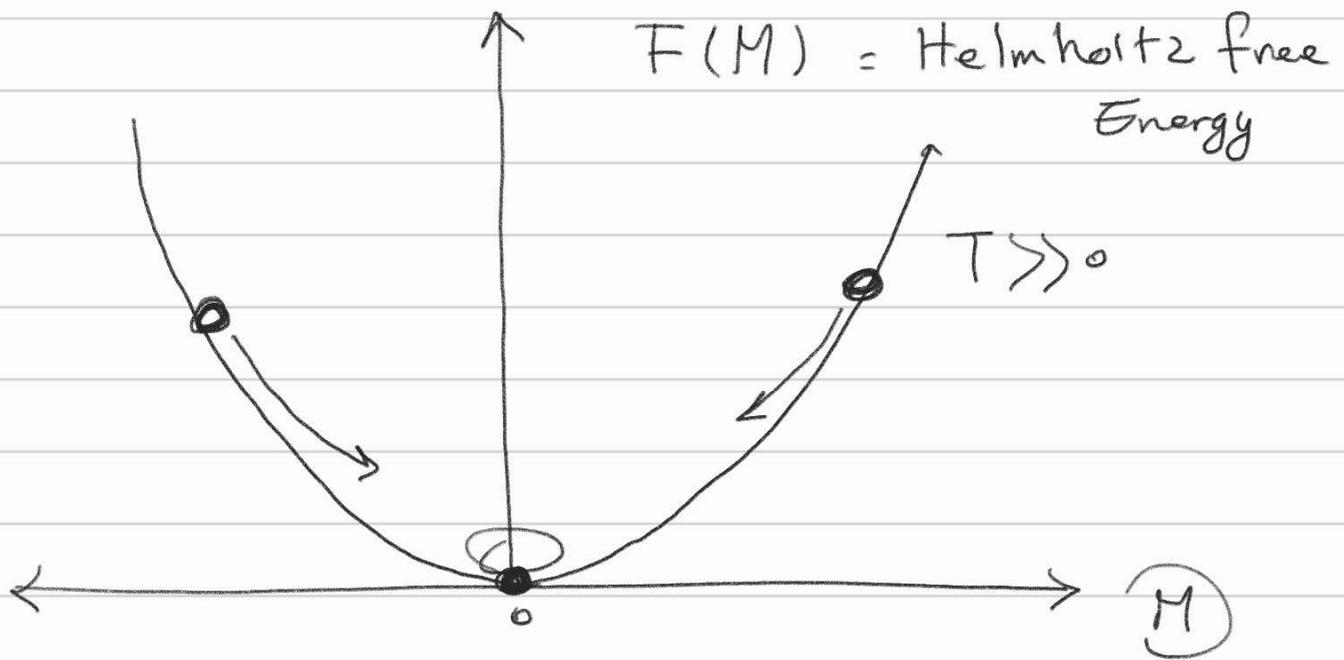
گاز ایصال در ضو مطلق جو برابر ہیں

عدد شکر و مشعل از ربا

○ ضو مطلق صحت پائین

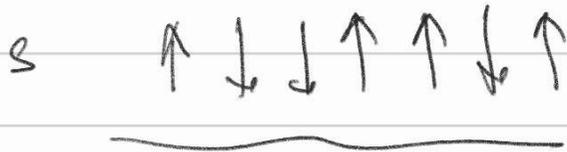
از ربا $T_c \leftarrow T_f = 0$. پائین سیرے را طبعی سیمہ طبعی ان سیمہ

استخراج گودا، رہا مفسر یا در (اجزہ سیمہ) تبادل کرے، جاکہ رسی انیم نود

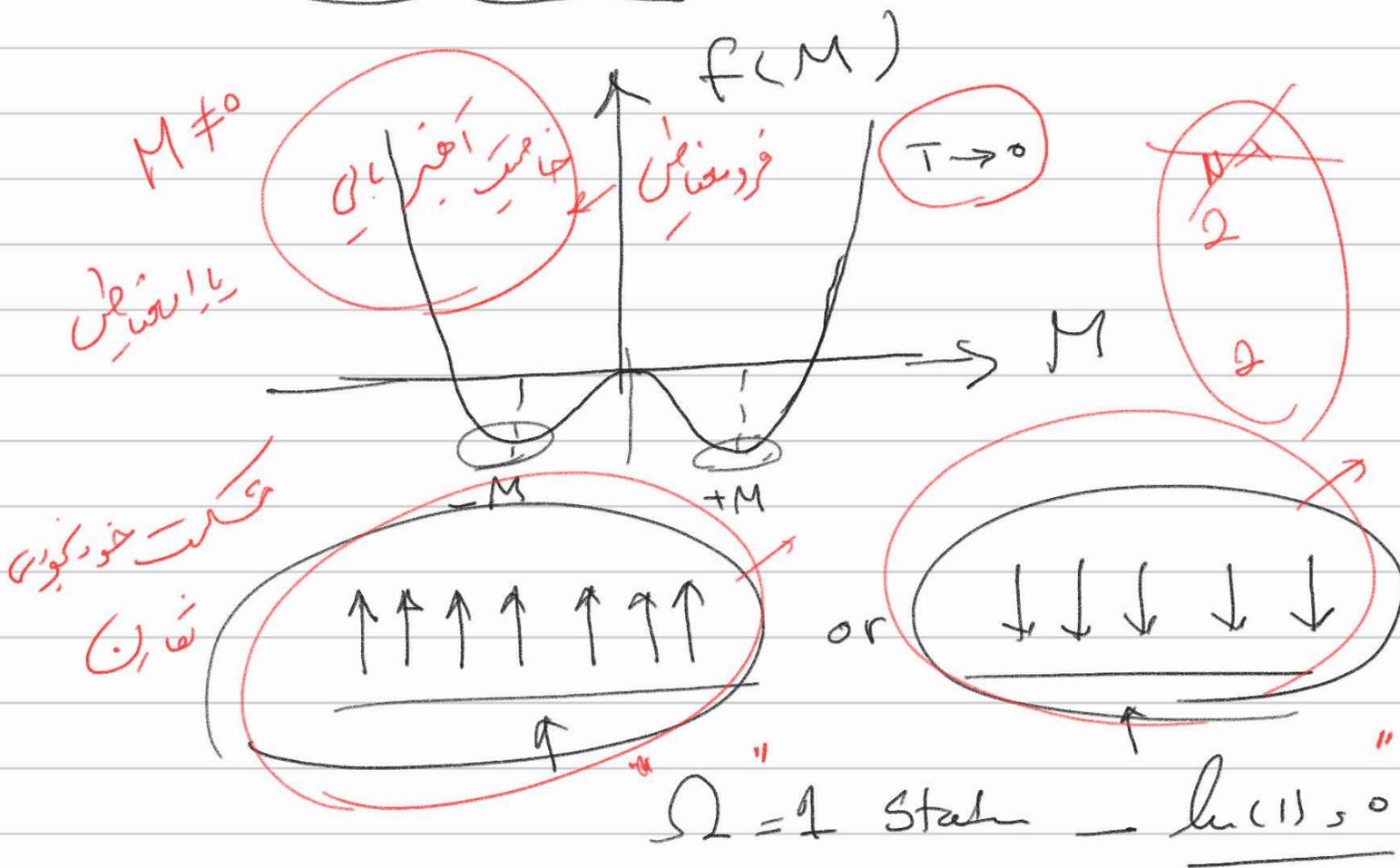


$$M = \sum_{i=1}^N S_i$$

رابطه متوسط (مغناطیس) طبق \bar{S}_i به صورت کامل تصادفی است یعنی می کنند
 \uparrow
 S_{spin}



2^N



Thermodynamics Potentials

بیانیه های ترمودینامیکی

$$* dU = TdS - PdV + \mu dN *$$

Extensive quantity کمیت فزون در

Intensive quantity کمیت نافزون در

$$\left\{ \begin{array}{l} T(S, V, N) \rightarrow T(\lambda S, \lambda V, \lambda N) = \\ T(S, V, N) \end{array} \right.$$

$S, V, N \rightarrow$ فزون در

تغییرات انرژی در دلبت، متغیرهای فزون در = کمیت نافزون در

$$\underbrace{\left. \frac{\partial U}{\partial S} \right|_{V, N}} = T, \quad \underbrace{\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_{S, N}} = -P$$

میزان اوله
دیسکا ایزو

$$U(S, V, N) = TS - PV + \mu N$$

میزان اوله

$$dU = Tds - Pdv + \mu dN$$

تغییرات اثره رود

Gibbs-Duhem Relation

$$\begin{aligned} dU &= Tds + SdT - Pdv - VdP + \mu dN + Nd\mu \\ &= Tds - Pdv + \mu dN \leftarrow \text{ایستادن اوله} \end{aligned}$$

$$SdT - VdP + Nd\mu = 0$$

①

$$\begin{cases} T & P & \mu \\ \updownarrow & \updownarrow & \updownarrow \\ S & V & N \end{cases}$$

② State Equation

رابطه بین ضربه همبستگی نغزون در بر حسب قانون درجه اوله

$$\left(\frac{T}{P}\right) = \left(\frac{V}{NK_B}\right) - PV = NK_B T$$

از این می آید ← به حالتی که سیستم گسسته (از حد مکانتد آماره)

از حد کمبود میک ← و توضیح بدو روش مختلفی است

Extensiv

مع ندی: در مطالعه خواص کمبود میک، متغیر و میک ای متغیر می توانیم

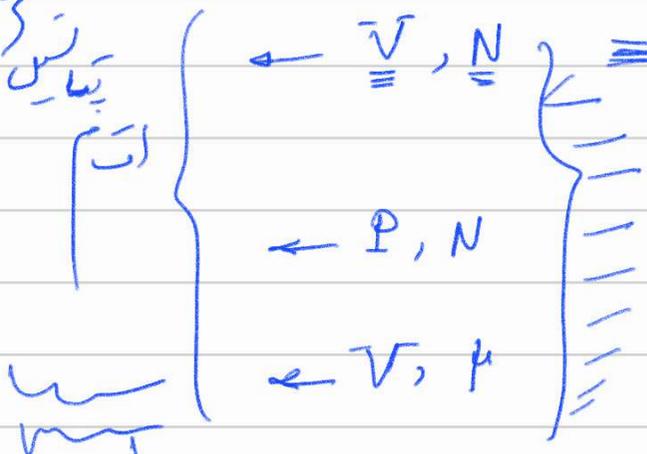
Intensiv

دانش گسترده در تحول سیستم گسسته است؛ در حال تغییر هستند

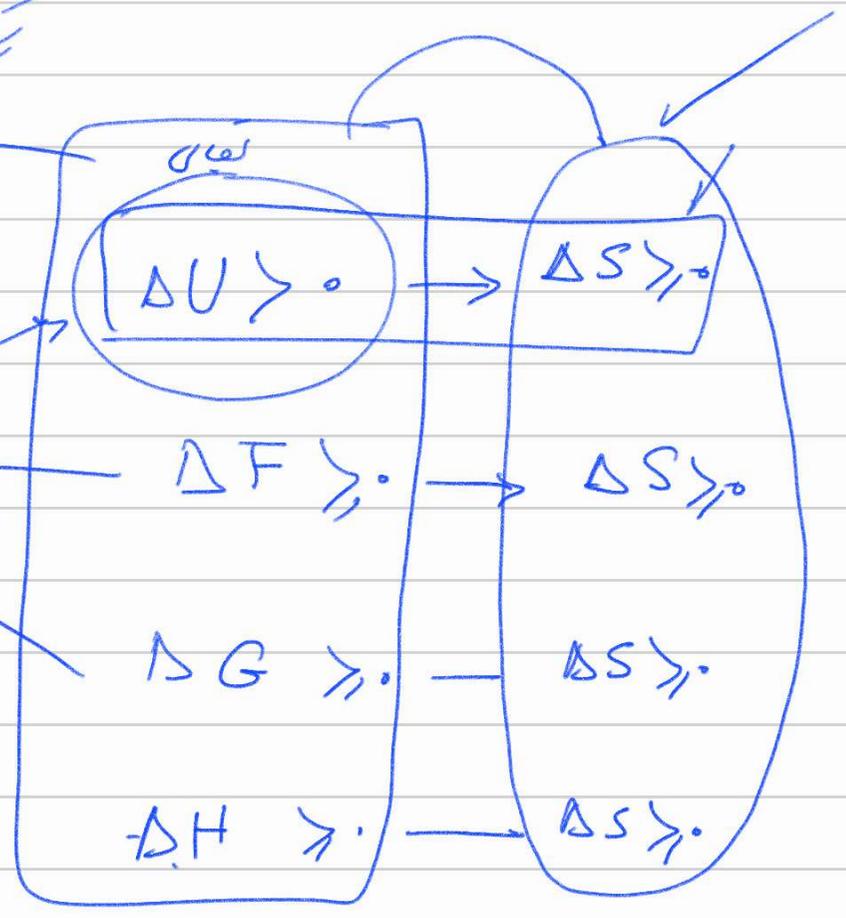
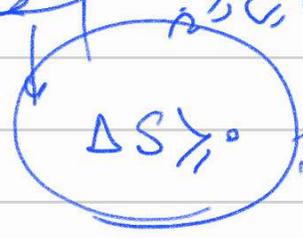
دارم / کمبود میک

تغییرات

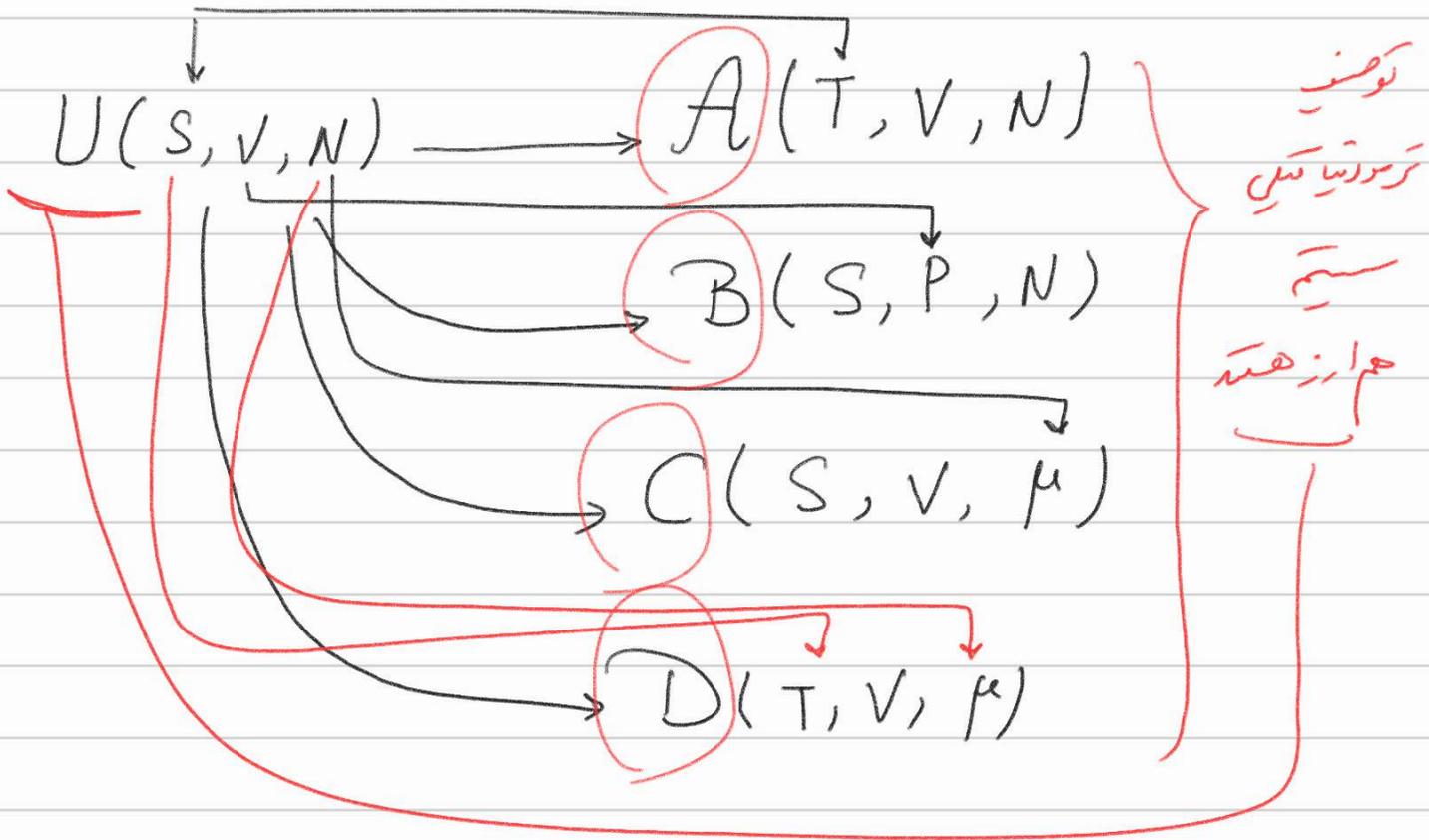
در تحول خود بخودی در این وضعیت به سمتی است



قانون اول و قانون دوم
تغییرات

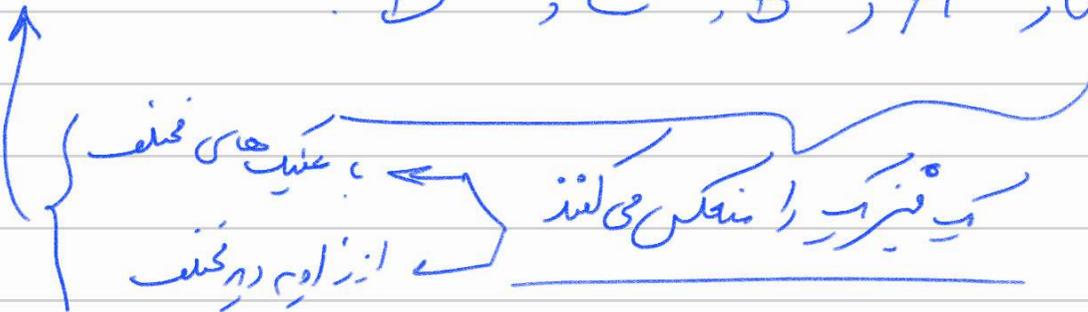


سوال به طور مستقیم است یا نه؟



کمیت‌های مختلف داریم

D, C, B, A, U داریم



Legend of Transformation

تبدیل
انرژی

$$L(q, \dot{q}) \longrightarrow H(q, p)$$

$$H(q, p) = -L(q, \dot{q}) + \dot{q} \left(\frac{\partial L(q, \dot{q})}{\partial \dot{q}} \right)$$

$$p = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}}$$

$$H(q, p) = \dot{q} p - L(q, \dot{q})$$

اربعه کسبیم، هامیلتونین فقط ایسی: $H(p, q)$

$$dH = d\dot{q} p + \dot{q} dp - \frac{\partial L}{\partial q} dq - \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) d\dot{q}$$

$$= \cancel{p} d\dot{q} + \dot{q} dp - \frac{\partial L}{\partial q} dq - \cancel{p} d\dot{q}$$

$$dH = \dot{q} dp - \frac{\partial L}{\partial q} dq$$

(مفهوم هندسه تبدیلی لگرانج)

مطابقاً، همین نتایج

$$U(S, V, N) \rightarrow F(T, V, N) = U(S, V, N) - S \frac{\partial U}{\partial S} \Big|_{V, N}$$

Helmholtz-free Energy.

$$F = U(S, V, N) - ST$$

$$F(T, V, N) = ? \quad \rightarrow \quad dF = dU - SdT - Tds$$

$$= \cancel{Tds} - pdv + \mu dn - SdT - Tds$$

$$dF = -SdT - pdv + \mu dn$$

$$F = U - ST$$

Thermally Isolated system with fixed N, V

S

$$U(S, V, N)$$

(S, V, N) در این حالت تغییر می‌کند

سخت

سخت کنترل شود و سردی است که طی آن انرژی در دسترس می‌باشد (آنتروپی ثابت است)

$$(V, N, T) \rightarrow F(T, V, N)$$

Enthalpy. $H(S, P, N) = ?$

$$U(S, V, N) \rightarrow H(S, P, N) = U - V \left. \frac{\partial U}{\partial V} \right|_{S, N}$$

$$H = U + PV$$

Gibbs Potential. (T, P, N)

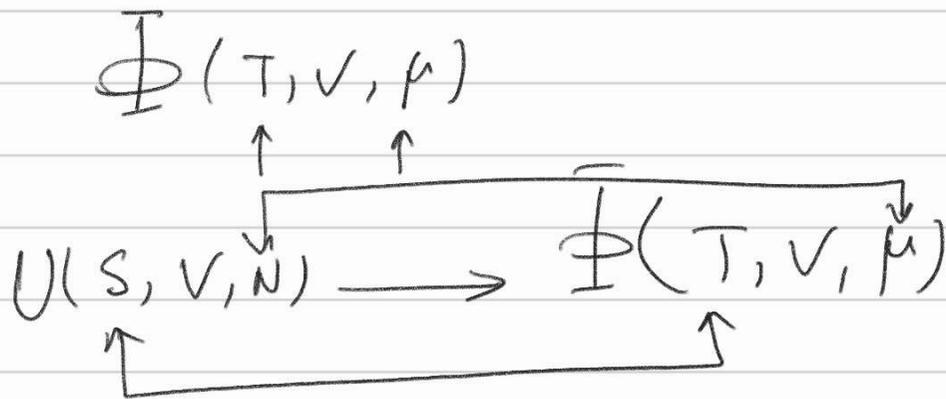
$$G(T, P, N) \rightarrow U(S, V, N) - G(T, P, V)$$

$$G(T, P, N) = U(S, V, N) - S \frac{\partial U}{\partial S} - V \frac{\partial U}{\partial V}$$

$$G = F + PV$$

$$G = U - TS + PV$$

Grand Potential.



$$\Phi(T, V, \mu) = U(S, V, N) - S \frac{\partial U}{\partial S} - N \frac{\partial U}{\partial N}$$

★ Exercise $A(T, P, \mu) \rightarrow U(S, V, N)$

وہ بہ کثافت فیزیکی محلی کریم ہمیں
 کہنی یا تو
 کہیں

$$A(T, P, \mu) = U - S \frac{\partial U}{\partial S} - V \frac{\partial U}{\partial V} - N \frac{\partial U}{\partial N}$$

$$= \cancel{TS} - \cancel{PV} + \mu N - \cancel{S} + \cancel{PV} - \cancel{\mu N}$$

= 0

$$U(T) = \frac{3}{2} N K_B T$$

سوال پر سیدھے ←

Entropy for Ideal Gas

$$U = \frac{3}{2} NK_B T$$

$$PV = NK_B T$$

$$Pdv + v dP = NK_B dT$$

$$dU = T dS - P dv$$

ماتریاده ترمودینامیک

$$dU = \frac{3}{2} NK_B dT$$

$$dS = \frac{dU}{T} + \frac{P}{T} dv$$

آرغش بی سیری از A به B بریم
 ترمودینامیک ماده ترمودینامیک، کار و لول، شد تغییر در آنتروپی

$$\Delta S = S_B - S_A$$

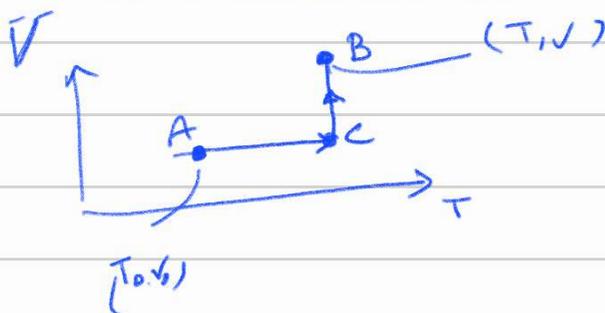
$$PV = NK_B T$$

$$P = NK_B T / V$$

$$dS = \frac{dU}{T} + \frac{P}{T} dv =$$

$$= \frac{3}{2} NK_B \frac{dT}{T} + \frac{P NK_B T}{T V} dv$$

$$dS = \frac{3}{2} NK_B \frac{dT}{T} + NK_B \frac{dv}{v}$$



$$S(T_C, V_C) - S(T_C, V_A)$$

$$S(T_C, V_C) - S(T_B, V_B)$$

$$S(T_B, V_B) - S(T_A, V_A) = ?$$

$$dF = dU - SdT - Tds$$

معادله انرژی درونی

$$dH$$

$$dG$$

Maxwell Relation

جمع نیندی دانستن چه بعدی مطرح می کنیم.

$$U = \frac{3}{2} N K_B T$$

تعداد N K_B T U \leftarrow تغییرات \leftarrow معادله اول ①

$$dU = dQ + dW$$

تغییرات انرژی - قانون اول ②

$$U(S, V, N) = \checkmark$$

$$dU = Tds - PdV + \mu dN$$

$$dU = dQ + dW$$

تغییرات انرژی درونی

تغییرات حجم در برابر دما و تغییرات انرژی درونی

تغییرات انرژی درونی



$$dQ = Tds$$

$$dW = -PdV + \mu dN$$

فقط در لحظه تحول برکت پذیر است و دارد e

فرد در انبساط آزاد گاز ایدال
 $N_s cts$

$=0$
 $0 = dU = \overset{=0}{dQ} + \overset{=0}{dW}$

$0 = Tds - PdV$
 به چه جهت، فرض کنید

$\int_{V_i}^{V_f} P dV = -P(V_f - V_i) = -2PV_i$
 $V_f > V_i$

در انبساط آزاد گاز ایدال، دما ثابت می ماند و این دو ترمز مساوی می آید.
 $T_s cts$

$V_i = \frac{V_f}{2}$

$PV = cts.$ $P = \frac{1}{V}$ $\rightarrow \frac{Nk_B T \ln(\frac{V_f}{V_i})}{c}$
 انرژی

موتور $dU = 0$

$\left\{ \begin{array}{l} dW > -PdV \\ dQ < Tds \end{array} \right.$
 به عنوان موتور عمل می کند

$U = \frac{3}{2} Nk_B T_B$

$dU = Tds - PdV$

(T, P)

$U(T) = \rightarrow dU(S, V, N)$

دما و آن تغییر می کنند \leftarrow انرژی در دسترس کمتر
 \leftarrow $\left\{ \begin{array}{l} T \\ P, V \end{array} \right.$