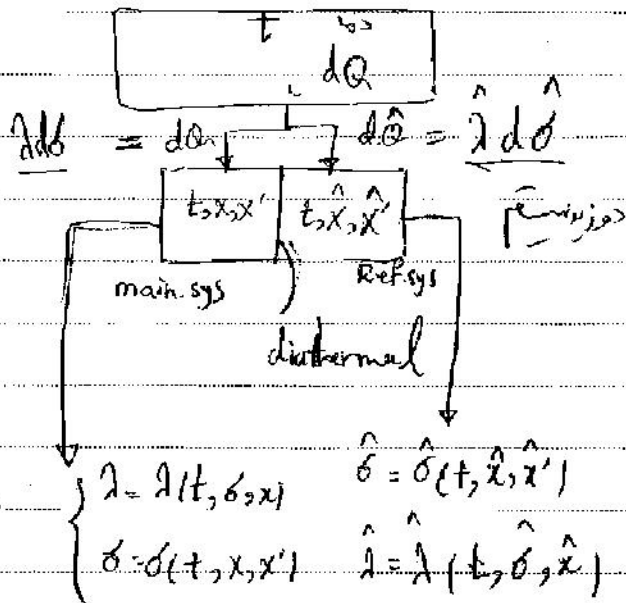


در این سیستم‌ها، تغییرات انرژی و دما در دو سیستم (اصلی و مرجع) بررسی می‌شود.



در این سیستم‌ها، تغییرات انرژی و دما در دو سیستم (اصلی و مرجع) بررسی می‌شود.

در سیستم اصلی $\sigma = \sigma(t, x, x')$

در سیستم مرجع $\sigma = \sigma(t, \hat{\sigma}, \hat{x}, \hat{x}')$

$$d\sigma = \frac{\partial \sigma}{\partial t} dt + \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma} d\sigma + \frac{\partial \sigma}{\partial x} dx + \frac{\partial \sigma}{\partial x'} dx'$$

$$dQ = dQ_1 + dQ_2$$

$$\lambda d\sigma = \lambda d\sigma + \hat{\lambda} d\hat{\sigma}$$

$$d\sigma = \lambda d\sigma + \hat{\lambda} d\hat{\sigma} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \sigma}{\partial t} = 0 \\ \frac{\partial \sigma}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial \sigma}{\partial x'} = 0 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{نه} \\ \text{نه} \\ \text{بزرگ است} \end{array} \right.$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\sigma = \sigma(\sigma, \hat{\sigma})$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma} \\ \hat{\lambda} &= \frac{\partial \sigma}{\partial \hat{\sigma}} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{برای } \sigma \\ \text{فترای } \hat{\sigma} \end{array}$$

$\lambda \rightarrow$ می توان گفت ولایت λ است
 $\hat{\lambda} \rightarrow$ می توان گفت ولایت $\hat{\lambda}$ است

$$\lambda = \phi(t) f(\sigma) d\sigma$$

$$\lambda = \phi(t) f(\sigma)$$

$$\hat{\lambda} = \phi(t) f(\hat{\sigma})$$

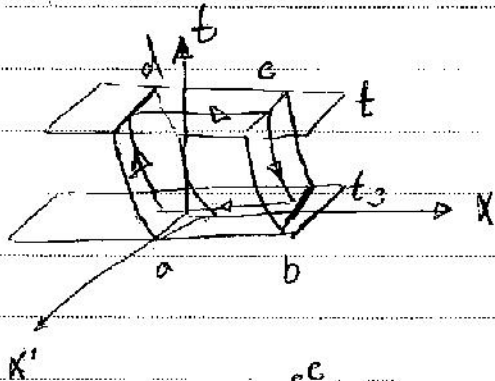
$$\lambda = \phi(t) f(\sigma, \hat{\sigma})$$

بنابراین λ هم تابعیت دارد و هم σ و هم $\hat{\sigma}$

$$dQ = \phi(t) f(\sigma) d\sigma$$

قلمب، یعنی با توجه به σ

کاربرد: برآورد تغییر + بین دو زمان ثابت
 استخراج کار و توان در بین دو زمان با کار ثابت
 در این زمان هم برآورد تغییر P



$$Q = Q = \phi(t) \int_b^c f(\sigma) d\sigma$$

$$Q_3 = Q = \phi(t_3) \int_a^d f(\sigma) d\sigma$$

$$\frac{Q}{Q_3} = \frac{\phi(t)}{\phi(t_3)} \quad (\text{universal function for temp.})$$

اندازه: بین ماشین ها برآورد تغییر معادله ترمودینامیکی بار و... (بین ترمودینامیک و ترمودینامیک)

حرف و قلم ماشین ها + برآورد تغییر ← بازدهی کارند

با این شرط به ذرات مسلح بستگی ندارند، رابطه نقطه با T_H و T_C است

گودین و ماشین ← رابطه و برآورد تغییر ← معادله بین 100 و 50 و تغییر

$\phi(t)$ ← گودین ← ساده ترین حرف در نظر گرفتن

تقسیم بندی بین دو وقت و تقسیم بندی با استفاده از دو نظر گرفتن

$$T = k\phi(t)$$

نشان دهنده ای که به اسم افراد مختلف است

گودین ← ساده ترین استی و طاق و وسایل در واقع

و در این صورت استی طاق باید تکرار شد

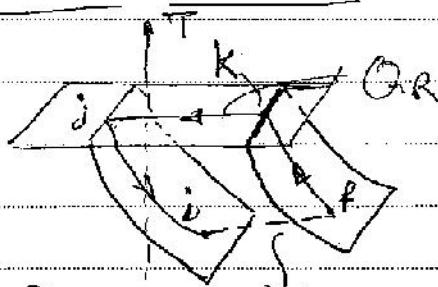
$$dQ = \frac{T}{k} f(\sigma) d\sigma$$

$$\frac{dQ}{T} = \frac{1}{k} f(\sigma) d\sigma \Rightarrow \boxed{ds = \left(\frac{dQ}{T} \right)_{rev}}$$

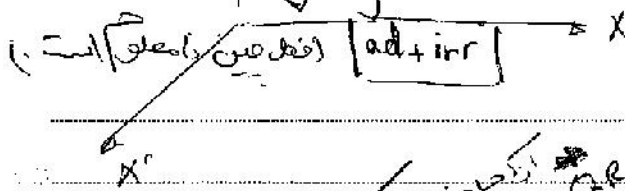
Subject: _____

Year: _____ Month: _____ Date: _____ ()

اصل افکار (ثابت) میز (تغییر) در یک سیستم انزوله $\Delta S_{sys} = \Delta S_{sur} + \Delta S_{univ}$ یا در یک سیستم انزوله $\Delta S_{sys} = \Delta S_{sur} + \Delta S_{univ}$



$$\Delta S = S_f - S_i = ? > 0$$

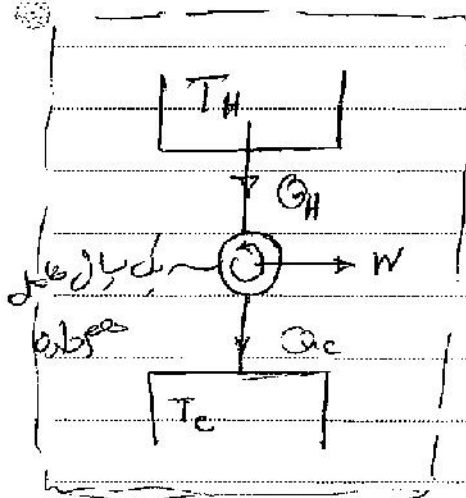


$S_f = S_k$
 $S_i = S_j$
 این دو حالت را با هم مقایسه کنید.
 در این حالت، اگر $S_f = S_k$ و $S_i = S_j$ باشد، پس $S_f - S_i = S_k - S_j$ خواهد بود. اگر $S_k > S_j$ باشد، پس $\Delta S > 0$ خواهد بود. اگر $S_k < S_j$ باشد، پس $\Delta S < 0$ خواهد بود. اگر $S_k = S_j$ باشد، پس $\Delta S = 0$ خواهد بود.

$$Q_R = (S_k - S_j) T$$

$$\oint \delta S_w = \oint \delta Q \implies w_{net} = Q_R < 0$$

$$\Delta S \geq 0 \implies \sum \Delta S_{universe} \geq 0$$



$$-\frac{Q_H}{T_H} + 0 + \frac{Q_C}{T_C} \geq 0$$

$$Q_C = Q_H - W_{net}$$

$$w_{net} \leq Q_H \left(1 - \frac{T_C}{T_H}\right)$$

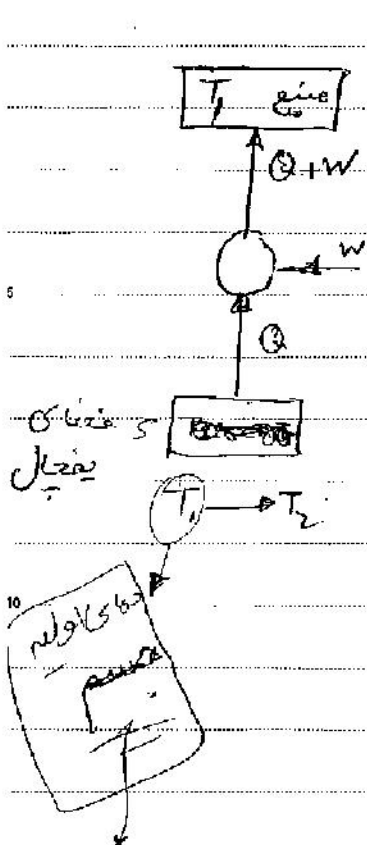
$$\eta_C = \frac{w_{net}}{Q_H} = \left(1 - \frac{T_C}{T_H}\right)$$

PAPCO

بیشترین کارایی

Subject: _____

Year: _____ Month: _____ Date: _____ ()



$$\sum \Delta S_{\text{universe}} \geq 0$$

المساوية

المساوية $\Delta S_2 - S_1$

$$\Delta S = 0$$

rev. to rev. to

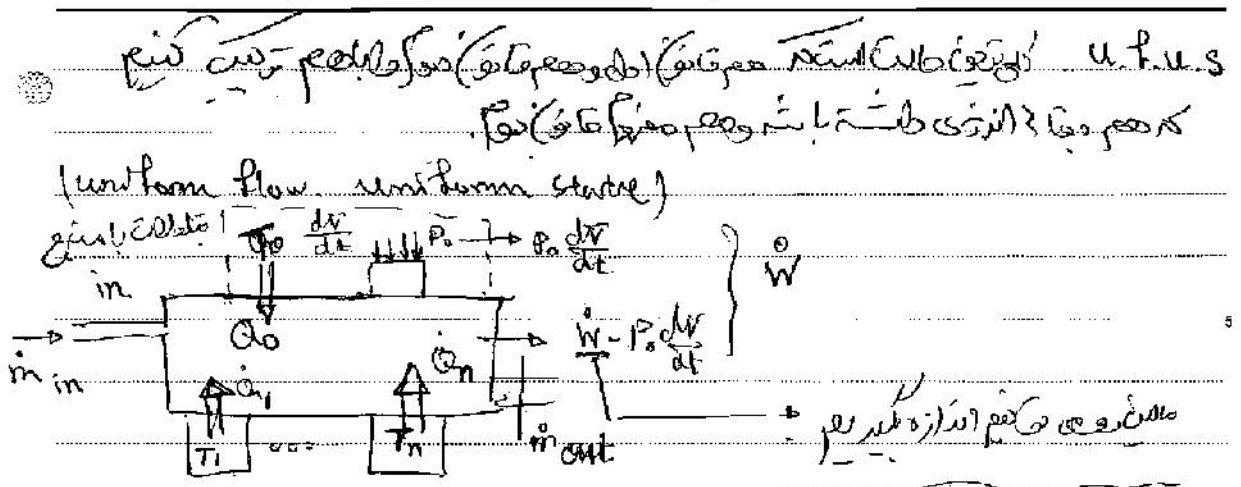
$$\Delta S = \frac{Q+W}{T_1}$$

$$\sum = S_2 - S_1 + \frac{Q+W}{T} \geq 0$$

$$W \geq T(S_1 - S_2) - Q_2$$

المساوية

المساوية
المساوية
المساوية



$$\frac{dE}{dt} = \sum_{i=0}^n \dot{Q}_i - \dot{W} + \sum_{in} \dot{m} h^0 - \sum_{out} \dot{m} h^0$$

$$h^0 = h + \frac{V^2}{2} + gz$$

enthalpy

$$\dot{S}_{gen} = \frac{ds}{dt} - \sum_{i=0}^n \frac{\dot{Q}_i}{T_i} - \sum_{in} \dot{m} s + \sum_{out} \dot{m} s \quad (2 \text{ and } 1)$$

(since 0) $T_0 >$ constant

$$\dot{W} = - \frac{d}{dt} (E - T_0 S) + \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{T_0}{T_i} \right) \dot{Q}_i + \dot{Q}_0$$

$$+ \sum_{in} \dot{m} (h^0 - T_0 s) - \sum_{out} \dot{m} (h^0 - T_0 s) - T_0 \dot{S}_{gen}$$

$\dot{S}_{gen} = 0$ & $\dot{W} \rightarrow$ Load or \dot{W}_{rev} for $\dot{S}_{gen} = 0$

$$\dot{W}_{rev} = - \frac{d}{dt} (E - T_0 S) + \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{T_0}{T_i} \right) \dot{Q}_i + \sum_{in} \dot{m} (h^0 - T_0 s)$$

$$- \sum_{out} \dot{m} (h^0 - T_0 s)$$

per unit area per unit time

$$\dot{E}_{w_{rev}} = \dot{w}_{rev} \text{ (kWh/hr)} \rightarrow \text{?}$$

$$\dot{E}_{w_{rev}} = \dot{w}_{rev} - P_0 \frac{dV}{dt}$$

accumulation of
now flow energy

برای انرژی در دسترس
 max useful work
 در دسترس max
 در دسترس min energy

$$\dot{E}_{w_{rev}} = - \frac{d}{dt} (E + P_0 V - T_0 S) + \sum_{i=1}^n (1 - \frac{T_0}{T_i}) \dot{Q}_i$$

Energy transfer by heat
 \dot{E}_{Q_i} transfer

$$+ \sum_{in} \dot{m}_i (h_i - T_0 S_i) - \sum_{out} \dot{m}_j (h_j - T_0 S_j)$$

In flow energy out flow energy
 در دسترس با دمای T_0
 در دسترس با دمای T_0

تفاوت جرم: \dot{m}_i و \dot{m}_j
 موازن انرژی و اقتصادی

Construction of energy
 در دسترس با دمای T_0

- objective function
- 1) $\dot{E}_{w_{rev}}$
 - 2) thermo economic
 - 3) energy (efficiency)

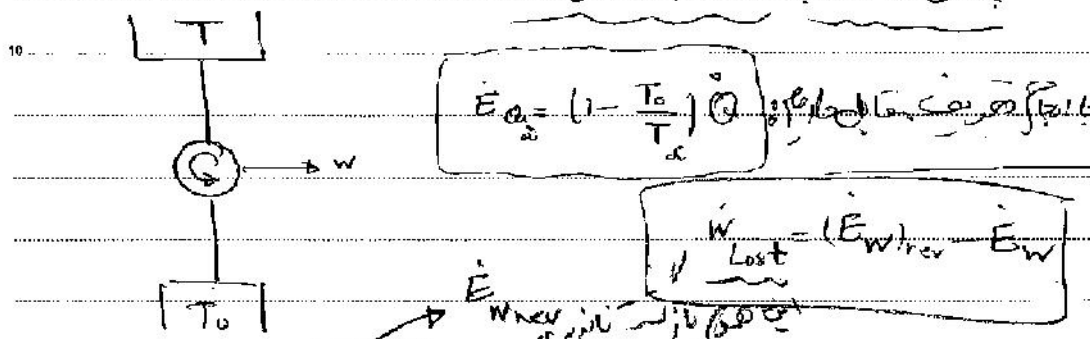
$$\dot{E}_w = \dot{E}_{w_{rev}} - T_0 \dot{s}_{gen}$$

در دسترس با دمای T_0

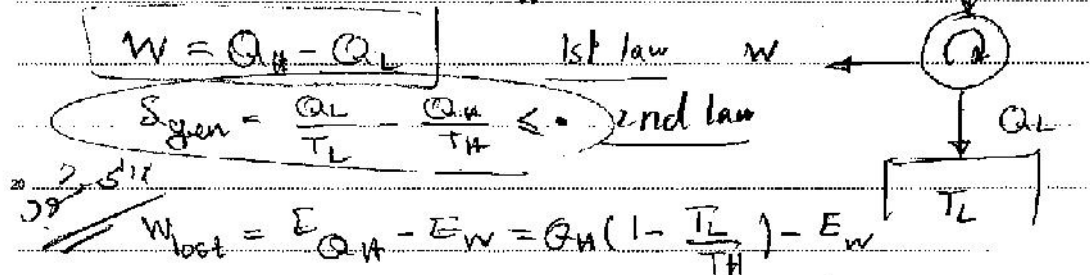
cycle: $\dot{E}_{gen} = \sum_{i=1}^n (1 - \frac{T_0}{T_i}) \dot{Q}_i$
 برای سیکل های مختلف و درجه حرارت های مختلف
 برای سیکل های مختلف و درجه حرارت های مختلف

$$\dot{E}_{W_{rev}} = \sum_{i=1}^n (1 - \frac{T_0}{T_i}) \dot{Q}_i$$

تبادل انرژی با محیط بیرونی در دمای T_0 است.
 تبادل انرژی با محیط بیرونی در دمای T_0 است.
 تبادل انرژی با محیط بیرونی در دمای T_0 است.



$$\dot{E}_{gen} = \dot{W}_{Lost} = \sum_{i=1}^n \dot{E}_{Q_i} - \dot{E}_W$$



$$\eta_I = \frac{W}{Q_H}$$

(دولت سیکل)

$0 < \eta < 1$

$$\eta_{II} = \frac{\dot{E}_W}{(\dot{E}_W)_{max}}$$

دولت

$0 < \eta_{II} < 100$

Subject:

Year: Month: Date: ()

$$\eta_{II} = \frac{W}{Q_H - \frac{Q_L}{T_H}} \rightarrow \eta_{II} \left(1 - \frac{T_L}{T_H}\right) = \eta_I$$

فانرژی و عملیات. در شرایطی که در این فرآیند تغییراتی در سیستم وجود دارد.

Non flow process
 (تجزیه و تحلیل)

$$E_w = A_1 - A_2 + \sum_{i=1}^n E_{Q_i} - T_0 \Delta S_{gen}$$

$$\left\{ \begin{aligned} A &= E - T_0 S + P_0 V \\ a &= e - T_0 s + P_0 v \end{aligned} \right\}$$

non flow availability

$$j = a - a_0 = e - e_0 - T_0 (s - s_0) + P_0 (v - v_0)$$

standard
 non flow energy

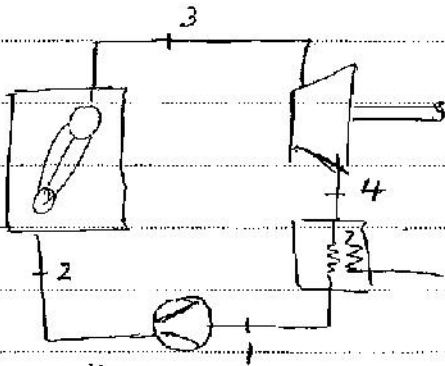
$$\left\{ \begin{aligned} T_0 &= 298.15 \text{ K} \\ P_0 &= 0.101325 \text{ MPa} \end{aligned} \right\} \text{ dead state}$$

incompressible flow.

$$ds = \frac{cdT}{T} \quad \text{و} \quad ds = \frac{cdT}{T}$$

$$du = cdT \quad \text{و} \quad du = cdT$$

$$j = CT_0 \left(\frac{T}{T_0} - 1 - \ln \frac{T}{T_0} \right)$$



$$\dot{E}_W = \sum_{i=1}^n \dot{E}_{Q_i} + \sum_{in} \dot{m} e_{x_i} - \sum_{out} \dot{m} e_{x_i} - T_0 \dot{S}_{gen}$$

Boiler $0 = \dot{E}_{Q_H} + \dot{m} e_{x_2} - \dot{m} e_{x_3} - T_0 \dot{S}_{gen}$

Turbine $\dot{W}_T = 0 + \dot{m} e_{x_3} - \dot{m} e_{x_4} - T_0 \dot{S}_{gen}$

pump $-\dot{W}_P = \dot{m} e_{x_4} - \dot{m} e_{x_2} - T_0 \dot{S}_{gen}$

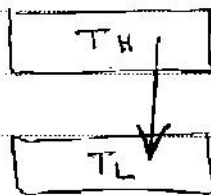
کندانسور $0 = 0 + \dot{m} e_{x_4} - \dot{m} e_{x_1} - T_0 \dot{S}_{gen}$

$T_L = T_0$

در هر $T_0 \dot{S}_{gen}$ کمتر شود آبی که کم تر می شود

* ما در هر چه در منابع آنتالپی انرژی (منابع انرژی) و

پایه های ثابت بودنته نابندر به شکل انتقال حالت



$T_H > T_L$

اگر ثابت بود $\dot{W} = \dot{Q}_H \left(1 - \frac{T_L}{T_H}\right)$

$\dot{S}_{gen} = \frac{\dot{Q}_H}{T_H} - \frac{\dot{Q}_L}{T_L} \geq 0$

یا در واقع در واقع به هم نزدیک باشد

یا این که به ما نشان بداریم از این که در هر چه که می شود تلفت

$\frac{\dot{Q}_H}{T_H} (1 - \frac{T_L}{T_H}) \geq 0$

Subject: _____

Year: 9^o Month: A Date: 10 / 1 / 11

$$\left. \begin{aligned} f(x_0 + \Delta x) &= f(x_0) + f'(x_0) \Delta x \\ x_0 &= P_{in} \\ \Delta P &= \Delta x = P_{out} - P_{in} \end{aligned} \right\}$$

ideal gas:

$$\dot{S}_{gen} = \dot{m} R \ln \frac{P_{in}}{P_{out}} \quad \left| \Delta P \ll P_{in} \right|$$

$$\dot{S}_{gen} = \dot{m} R \frac{\Delta P}{P_{in}}$$

وإذا كان ΔP صغيراً جداً مقارنة بـ P_{in} فإننا نستخدم هذا التقريب.

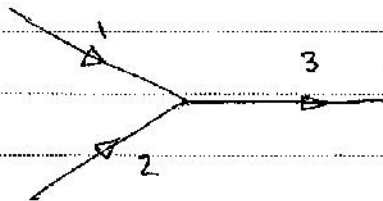
incompressible flow

$$\dot{E}_{gen} = \dot{m} c \ln \frac{T_{out}}{T_{in}}$$

$$\left| \Delta P \ll \frac{\rho}{\nu} T_{in} \right|$$

$$\dot{S}_{gen} = \dot{m} \frac{\nu}{T_{in}} \Delta P$$

المزج mixing



$$m_1 + m_2 = m_3 \quad (\text{Continuity})$$

$$m_1 h_1 + m_2 h_2 = m_3 h_3 \quad (\text{1st})$$

$$\dot{E}_{gen} = -\dot{m}_1 s_1 - \dot{m}_2 s_2 + \dot{m}_3 s_3 \quad (\text{2nd})$$

$$h_3 - h_1 \approx T (s_1 - s_3) + \nu (P_3 - P_2) \quad (\text{Callendar's})$$

$$x_1 = \frac{m_1}{m_3} \quad (1-x) = \frac{m_2}{m_3}$$

(ideal gas)

$$\frac{\dot{S}_{gen}}{\dot{m} c_p} = x(1-x) \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1} \right)^2 + x \frac{R}{c_p} \left(\frac{P_1 - P_3}{P_3} \right) + (1-x) \frac{R}{c_p} \left(\frac{P_1 - P_2}{P_3} \right) \geq 0$$

① افتتحت، تفتتحت
 ② افتتحت، تفتتحت

Subject:

Year. Month. Date. ()

incompressible flow

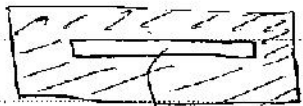
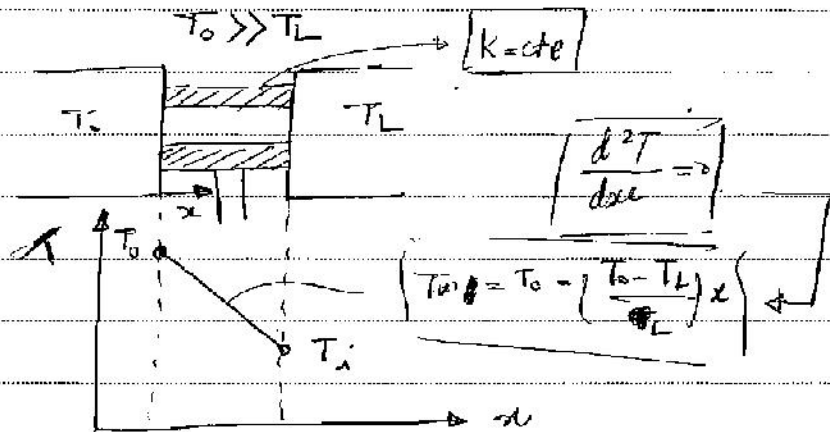
$$\frac{\dot{S}_{gen}}{\dot{m}c} = \frac{1}{2} x(L-x) \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1} \right)^2 + x \frac{N}{cT_1} \left(\frac{P_1 - P_2}{P_3} \right) + (1-x) \frac{N}{cT_1} \left(\frac{P_2 - P_3}{P_3} \right)$$

* تپل های انرژی باید به صورتی رو برداشته شود که در آنجا به دست می آید.
 * با تپل های انرژی باید بر روی کنتور (یا از برای ایجاد توانایی بیشتر) باید باشد.

تپل های انرژی غیر قابل و

* محاسبات تغییرات انرژی در تپل های انرژی از طریق این روش می آید. این روش می تواند

مقاله باشد.



LTE = local thermody. eqil.

محاسبه (Calc)

$$T_f = \frac{T_0 + T_1}{2}$$

$$\Delta S = ?$$

$$\Delta S_i = c_p \rho A dx \int_{T_i}^{T_f} \frac{dT}{T}$$

$$= c_p \rho A dx \ln \frac{T_f}{T_0 - \frac{T_0 - T_1}{L} x}$$

$$\Delta S = \sum_i \Delta S_i$$

$$= -c_p \rho A \int_0^L \ln \left(\frac{T_0}{T_f} - \frac{T_0 - T_1}{L T_f} x \right) dx$$

$$\Delta S = \int \Delta S_i = C_p (1 + \ln T_f + \frac{T_c}{T_0 - T_c} \ln T_c) - \frac{T_c}{T_0 - T_c} \ln T_0$$

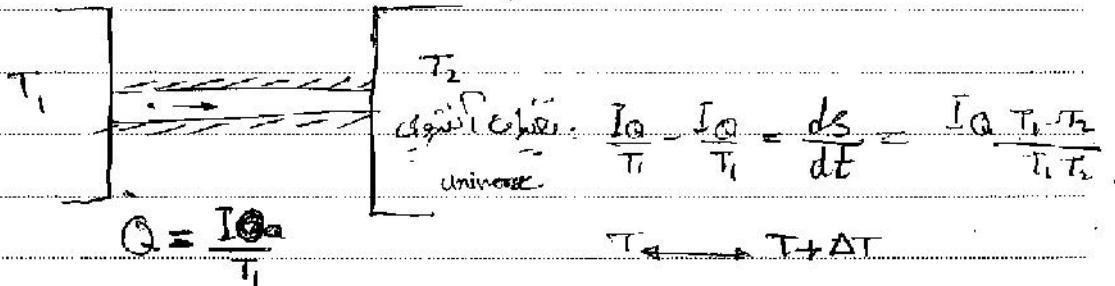
بسیه های گال (مادی درصت) (LTE)

انگلف مشا ← باعث ایجاد انگلف هوا
انگلف هوا ← باعث ایجاد گرما انگلف هوا

90, 8, 15

8 Sols

$$T_1 > T_2$$



$$\frac{ds}{dt} = I_0 \frac{\Delta T}{T^2} = \frac{I_0}{T}$$

انگلف (گرما) $I_s = \frac{I_0}{T}$

$I \Delta E$

$$\frac{ds}{dt} = I_s \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{ds}{dt} = \frac{I \Delta E}{T}$$

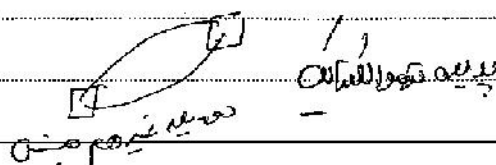
$$\frac{ds}{dt} = I_s \frac{\Delta T}{T} + \frac{I \Delta E}{T}$$

انگلف (گرما) و انگلف (انرژی)

(Onsager) $\frac{ds}{dt} = I_s \frac{\Delta T}{T} + \frac{I \Delta E}{T}$

انگلف (گرما) $I_s = L_{11} \frac{\Delta T}{T} + L_{12} \frac{\Delta E}{T}$

انگلف (انرژی) $I = L_{21} \frac{\Delta T}{T} + L_{22} \frac{\Delta E}{T}$



Subject:

Year. Month. Date. ()

در نزدیکی هم در فضا نسبی روایند متساوی است

$$L_{12} = L_{21}$$

Onsager

نسبت (در مورد دیدن های با یک)

خواص ترمودینامیکی استیم های چند جزئی

* اول با دالوری خواص ترمودینامیکی استیم های ساده و ساده خاص

- T
- P
- μ
- u
- h
- s
- g
- v

$$\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_z$$

$$(-) + (-) = 0$$

* روایند ترمودینامیکی در خواص طبعی قابل اشتقاق است

قابل اشتقاق استیم های (نسبت روایند با / معینند)

خواص استیم در هم دارند

$$u = u(T, V) \leftarrow \text{نسبت} - \text{الوانت خاص ترمودینامیکی} =$$

راه های بسیاری برای تعریف خواص ترمودینامیکی وجود دارد

یکی از راه های معروف استیم های دالوری است

$$z = z(x, y)$$

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

$$\left(\frac{\partial M}{\partial y}\right)_x = \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right)_y \quad \left\{ \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_x \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_z = 1 \right.$$

$$\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_x \left(\frac{\partial x}{\partial z}\right)_y \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_z = -1$$

$$u = u(s, v)$$

خواص استیم

$$du = \left(\frac{\partial u}{\partial s}\right)_v ds + \left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_s dv$$

Subject: _____

Year: _____ Month: _____ Date: _____

$$du = T ds - P dv \quad (1) \quad \rightarrow \quad \text{با این دو معادله (ضرایب)} \quad \text{و}$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial s} \right)_v = T \quad \left(\frac{\partial u}{\partial v} \right)_s = -P$$

$$\delta Q = du + \delta w \quad \rightarrow \quad T ds = du + P dv \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{معادله دالتون، معادله تاندر} \\ \text{و معادله پوینتول} \end{array} \right. \quad (2) \quad \text{(یک اند -)}$$

$$\boxed{g = h - Ts} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{شرط استاتیسیستیک} \\ \text{و معادله پوینتول} \end{array} \right.$$

در معادله های معادله G. Function و معادله پوینتول و معادله تاندر و معادله دالتون
معادله حرکت حرارتی باشد

$$\left\{ \begin{array}{l} dg = dh - T ds - s dT \\ dg = (T ds + v dp - T ds - s dT) \end{array} \right.$$

$$\boxed{dg = v dp - s dT} \quad (3)$$

$$a = u - Ts \quad \text{(انرژی آزاد)}$$

کاربردهای این معادله برای معادله پوینتول و معادله تاندر

$$\boxed{da = du - T ds - s dT}$$

$$da = T ds - P dv - T ds - s dT$$

$$\boxed{da = -P dv - s dT} \quad (4) \quad \cdot \quad P_{env} \begin{bmatrix} P & S \\ T & V \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} P & S \\ T & V \end{matrix}$$

✓ این معادله برای معادله پوینتول و معادله تاندر

$$\begin{matrix} V & S \\ T & P \end{matrix}$$

$$\left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P = - \left(\frac{\partial s}{\partial P} \right)_T \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{معادله پوینتول} \\ \text{و معادله تاندر} \end{array} \right.$$

$$V = V(T, P) \rightarrow \text{(دفعه از تابع است)}$$

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T dP$$

همه چیزها در مورد تغییرات و تغییرات در تابع

$\alpha \rightarrow$ thermal expansion

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

$$k_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

isothermal compressibility

(پهنای همگام در دما) به α و k_T در تابع $\Delta V \approx -\Delta P$

$$\begin{cases} dV = \alpha V dT - k_T V dP \\ d \ln V = \alpha dT - k_T dP \end{cases}$$

$$\left(\frac{\partial \alpha}{\partial P} \right)_T = - \left(\frac{\partial k_T}{\partial T} \right)_P$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = - \frac{\alpha}{k_T} \rightarrow \text{این رابطه مشهور است}$$

Adiabatic Compressibility

$$k_S = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$$

$$\begin{cases} c_V = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_V \\ c_P = \left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_P \end{cases}$$

Subject: _____

Year: _____ Month: _____ Date: _____

$$du = T ds - p dv \rightarrow \left(\frac{\partial u}{\partial s} \right)_p = T$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial s} \right)_v = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_v \left(\frac{\partial T}{\partial s} \right)_v = T$$

$$\left(\frac{\partial h}{\partial s} \right)_p = \left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_p \left(\frac{\partial T}{\partial s} \right)_p = T$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_v = T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_v \\ C_p = T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_p \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{\partial T}{\partial s} \right)_v = \frac{T}{C_v} \\ \left(\frac{\partial T}{\partial s} \right)_p = \frac{T}{C_p} \end{array} \right\}$$

نسبت ظرفیت گرمایی
در حالت حجم ثابت $T-s$

نسبت ظرفیت گرمایی
در حالت فشار ثابت $T-s$

این رابطه را می توانیم بنویسیم که $C_p > C_v$ (همواره)

نسبت $>$ نسبت
ظرفیت گرمایی $>$ ظرفیت گرمایی

$$\left(\frac{\partial T}{\partial s} \right)_v > \left(\frac{\partial T}{\partial s} \right)_p$$

با این عبارت می توانیم

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{\partial C_p}{\partial v} \right)_T = T \frac{\partial^2 s}{\partial v \partial T} \\ \left(\frac{\partial C_v}{\partial p} \right)_T = T \frac{\partial^2 s}{\partial p \partial T} \end{array} \right\}$$

با این معادله می توانیم

$$\left(\frac{\partial s}{\partial v} \right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2} \right)_v = \frac{\partial^2 s}{\partial v \partial T}$$

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{\partial c_v}{\partial v} \right)_T &= \left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2} \right)_v \quad \checkmark \\ \left(\frac{\partial c_p}{\partial p} \right)_T &= -T \left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right)_p \quad \checkmark \end{aligned} \right\}$$

$$S = S(T, P)$$

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_T dP$$

$$\frac{N S}{T P} \Rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_T = - \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \quad \underline{\underline{dS = dS}}$$

$$\left\{ \begin{aligned} dS &= \frac{c_p dT}{T} - \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P dP \\ dS &= \frac{c_v dT}{T} + \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v dv \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow \underline{\underline{R_0}}$$

$$dT = \frac{T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v}{c_p - c_v} dv + \frac{T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P}{c_p - c_v} dP$$

$$T = T(v, P)$$

$$dT = \left(\frac{\partial T}{\partial v} \right)_P dv + \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_v dP$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial v} \right)_P = \frac{T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v}{c_p - c_v}$$

$$c_p - c_v = T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v = - \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \left(\frac{\partial p}{\partial v} \right)_T$$

$$c_p - c_v = -T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P^2 \left(\frac{\partial p}{\partial v} \right)_T$$

$$c_p > c_v \quad \checkmark$$

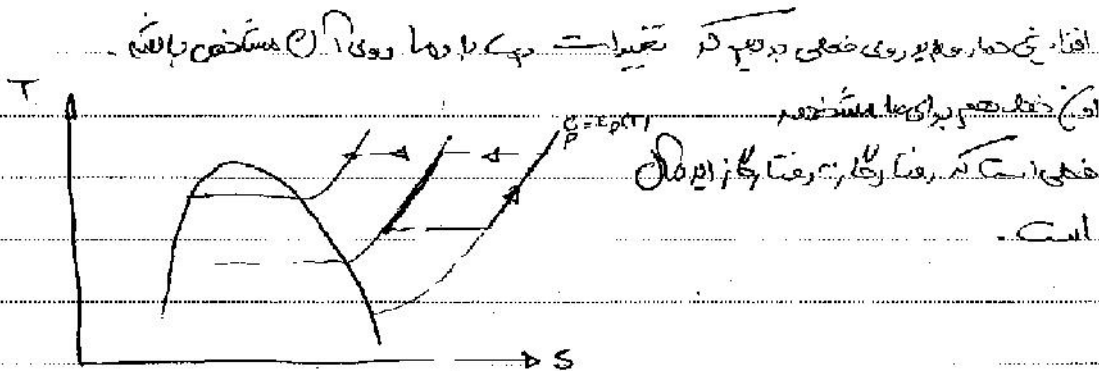
Subject.

Year. Month. Date. :)

$$1) dh = c_p dT + (v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p) dp$$

$$2) du = c_v dT + \left[T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v - p \right] dv$$

$$dh = c_p dT + (v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p) dp$$

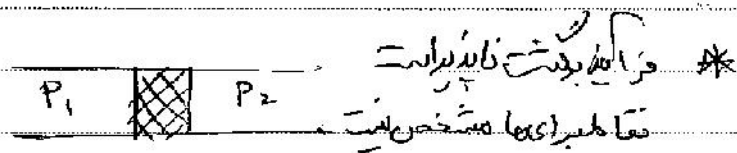


$$dh = \dots$$

$$dT = \frac{1}{c_p} dh + \frac{1}{c_p} (T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p - v) dp$$

$$\mu_j = \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_h = \frac{1}{c_p} (T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p - v)$$

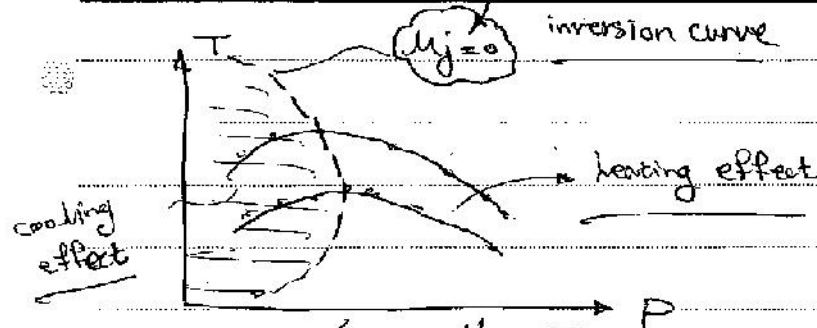
$$\mu_j = \frac{v}{c_p} (\alpha T - 1) \quad \alpha = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$$



برای آنکه بشود تکلیف کنیم ← تقابلی می بینیم چون C در آنجا
 $P_1 \gg P_2$



یا منحنی انعکاسی که



مسیح
 تقریباً رسم کرد
 در یک فشار ثابت
 اگر بیایم فشار را کم کنیم
 (در این) و از نظر ما
 تغییر در دما
 در این نقطه است
 در این نقطه دما کم می‌شود
 در این نقطه دما زیاد می‌شود

تغییر در دما
 در این نقطه است
 در این نقطه دما کم می‌شود
 در این نقطه دما زیاد می‌شود

در فضای مبردها در داخل only effect هستند

در مبرد با اجزای نه مثل کارتریجی است همواره داخل ناحیه باشد
 فضای مبرد (ماده مبرد) ناحیه را پر می‌کند که حالت تبدیل داشته باشند

دست یافتنی نیست

یا ارزشی صاف از نظر بار سرمایی ندارد

ولی یا این ناحیه
 مثلاً: آهن مذاب

clapeyron equation

روابط ترمودینامیکی اشباع
 در حالتی است که در مبرد اشباع کاری کند

$$g^\alpha = g^\beta$$

شرط تعادل دما و فشاری

مقاله
 درونی مکانیکی
 شیمیایی
 عموداً بر قرارند
 شرط تعادل شیمیایی است
 که عموداً بر قرارند

$$dg = -s dT + v dp$$

$$g^\alpha + dg^\alpha = g^\beta + dg^\beta \Rightarrow -s^\alpha dT + v^\alpha dp = -s^\beta dT + v^\beta dp$$

$$\Rightarrow \left(\frac{dp}{dT}\right)_{sat} = \frac{s^\beta - s^\alpha}{v^\beta - v^\alpha}$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

سوال ۵۶: فرض کنید دو تابع $f(x, y, z)$ و $g(x, y, z)$ در نقطه $(1, 2, 3)$ دارای گرادیانهای زیر باشند:

$$\left(\frac{\partial x_i}{\partial \alpha_k} \right)_{x_k} = \left(\frac{\partial \alpha_k}{\partial x_j} \right)_{x_j}$$

مقادیر α

$$\left(\frac{\partial x_j}{\partial \alpha_k} \right)_{x_k} = - \left(\frac{\partial \alpha_k}{\partial x_j} \right)_{x_j} \quad \checkmark$$

$$\frac{56}{2} = 28$$

سوال ۵۷: فرض کنید $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ در

$$\left(\frac{\partial x_1}{\partial \alpha_2} \right)_{x_2} = - \left(\frac{\partial x_2}{\partial \alpha_1} \right)_{x_1} \Rightarrow \left(\frac{\partial x_1}{\partial \alpha_2} \right)_{x_2} = \left(\frac{\partial x_2}{\partial \alpha_1} \right)_{x_1}$$

مقادیر α

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial x_1}{\partial \alpha_3} \right)_{x_3} = - \left(\frac{\partial x_3}{\partial \alpha_1} \right)_{x_1} \\ \left(\frac{\partial \alpha_1}{\partial x_3} \right)_{x_3} = - \left(\frac{\partial x_3}{\partial \alpha_1} \right)_{x_1} \end{cases}$$

مقادیر α

$$\left| \left(\frac{\partial \alpha_1}{\partial x_3} \right)_{x_3} \left(\frac{\partial x_2}{\partial x_3} \right)_{x_3} \left(\frac{\partial \alpha_3}{\partial \alpha_1} \right)_{x_3} \right| = -1$$

$$\left[\left(\frac{\partial \alpha_1}{\partial x_3} \right)_{x_3} \left(\frac{\partial \alpha_3}{\partial x_2} \right)_{x_3} \right] \left[\left(\frac{\partial x_2}{\partial \alpha_1} \right)_{x_1} \left(\frac{\partial \alpha_1}{\partial x_3} \right)_{x_3} \right]$$

$$\left[\left(\frac{\partial \alpha_3}{\partial \alpha_2} \right)_{x_2} \left(\frac{\partial \alpha_2}{\partial x_1} \right)_{x_2} \right] = -1$$

$$\boxed{\begin{aligned} \left(\frac{\partial \alpha_3}{\partial \alpha_2} \right)_{x_2} &= - \left(\frac{\partial \alpha_2}{\partial \alpha_3} \right)_{x_3} \\ \left(\frac{\partial \alpha_2}{\partial x_2} \right)_{x_2} &= - \left(\frac{\partial \alpha_2}{\partial x_3} \right)_{x_3} \end{aligned}}$$

اشباع شده

$$58 \rightarrow 286$$

Subject :

Year. Month. Date

این کتابی (فازدهم) نبود

$$\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T = \frac{(\partial u)_T}{(\partial v)_T} \rightarrow \text{استفاده از جدول 4}$$

$$\Rightarrow \frac{T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P - P \left(\frac{\partial v}{\partial P}\right)_T}{-\left(\frac{\partial u}{\partial P}\right)_T} \rightarrow \text{مکانی خاص قابل افتراض تغییر است}$$

قانون کلاسیک

نسبت راسته برای متغیرهای جدول 4 (بر حسب T و P و u) باشد

البرص

الف) توجه داشته باشید که باید این دو مساوی است یعنی

$$\Rightarrow -T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial P}{\partial v}\right)_T - P$$

مساوی فرجه

کنیم

$$\left(\frac{\partial P}{\partial v}\right)_T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_v = -1$$

$$\boxed{\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right) = T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v - P}$$

مساوی است \rightarrow معنی شیب کار بود در اینجا ندارد

15

این نسبت هم در حالت معین حالتی نه در حالتی است

مکانی کار و وقت هم برای از هم جدا کردن های متفاوتی می توانیم حالت است

وقتی داشته باشیم \rightarrow رابطه دیگرهای طرفین (PBT)

همچون یک Base \rightarrow saper دارند

20

بافتن در حالت P

$$v = v(T, P) \text{ معین}$$

$$P = P(T, v) \text{ معین}$$

مساوی است

20-25 \rightarrow مساوی در هر دو حالت

25

من در حالت معین معین است

همچون حالتی است و در حالت دیگر هم

در حالتی خاص \rightarrow حالتی یک حالت است

همچون برای معادله نادره تقریباً هر کس در مورد حالت‌های مشخصی کاربرد دارد.
 Van der Waals و معادله ای وجود دارد

$$P' = \frac{RT}{v} \left(\frac{v}{v-b} \right) = \frac{RT}{v-b}$$

این معادله از فشار (اصول فشار) از جمله گاز

تفاوت نیروی بین گازها (ذرات) که برای گاز هستند وجود دارد
 دانه ماده } تا مقدار دارد

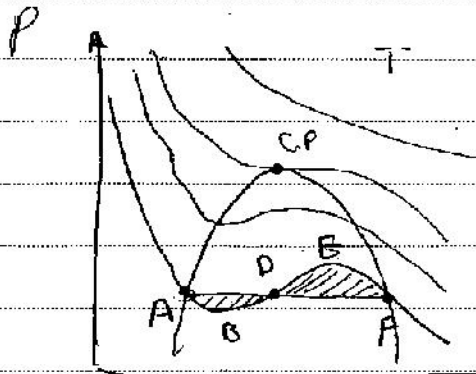
$$P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2}$$

(a و b مقادیری ثابت هستند)

معادله حالتی نیست ریاضی و درجه 3 است
 معادله ترمین حالت گاز هستند است

$$Pv^3 - (Pb + RT)v^2 + av - ab = 0$$

معادله حالتی به سبب مشخصه خاص است که با آن می‌توانیم حالت‌ها را مشخص کنیم
 و هر چیزی که حالتی ثابت است



حالت 8
 در فشارها و دماها که در کنار
 دمای بحرانی به صورت قائم
 می‌باشد

تفاوت حالتی قابل است

دری ضوابط تابع و خارج
 اشتباه قرار می‌دهد در فرآیند

$$g_A = g_F$$

$$dg = g dT + v dp$$

به خاطر عدم دقت در فرایند اشتباه به کار نمی‌رود
 محاسبه در صورتی

$$dg = v dp$$

$$g_F - g_A = \int_A^F v dp$$

مساحت زیر این خط
 است

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{27}{64} \frac{R^2 T_c^2}{P_c} \\ b &= \frac{R T_c}{8 P_c} \end{aligned} \right\}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \left(\frac{\partial P}{\partial v} \right)_T &= -\frac{R T_c}{(v_c - b)^2} + \frac{2a}{v_c^3} = 0 \\ \left(\frac{\partial^2 P}{\partial v^2} \right)_T &= \frac{2R T_c}{(v_c - b)^3} - \frac{6a}{v_c^4} = 0 \\ P_c &= \frac{R T_c}{(v_c - b)} - \frac{a}{v_c^2} \end{aligned} \right\}$$

$$v_c = \frac{3}{8} \frac{R T_c}{P_c}$$

حداکثر دما که در حالت مایع شدن رخ دهد

$$\left\{ \begin{aligned} P_c &= \frac{a}{27 b^2} \\ T_c &= \frac{8 a}{27 R b} \\ v_c &= 3 b \end{aligned} \right.$$

برای استفاده از ترموی انبساطی است
 میرا 0 موهو خط را برای پارامترهای a و b
 به دست می آوریم و در جواب این حالت معادله
 van der Waals دارای دقت بیشتری است نسبت به معادله

principle of Corresponding States

$$PV = ZRT$$

برای گازها صحیح است

Compressibility factor ~~factor~~

$$\left\{ \begin{aligned} P_r &= \frac{P}{P_c} \\ T_r &= \frac{T}{T_c} \\ v_r &= \frac{v}{v_c} \end{aligned} \right.$$

van der Waals

در تمام حالتها (مایع، گاز)

$$z^3 - \left(\frac{P_r}{8 T_r} + 1 \right) z^2 + \left(\frac{24 P_r}{64 T_r^2} \right) z - \frac{27 P_r^2}{64 T_r^3} = 0$$

$$\left(P_r + \frac{3}{v_r^2} \right) (3v_r - 1) = 8 T_r$$

در تمام حالتها (مایع، گاز) صحیح است

$$z_c = \frac{P_c v_c}{R T_c} = \frac{3}{8} = 0.375$$

در تمام حالتها (مایع، گاز) صحیح است
 برای یک ماده است
 در تمام حالتها (مایع، گاز) صحیح است

PAFCO $0.23 < z_c < 0.33$ for most substances

پہا، پیری معادلی و غیرہ میں درج ذیل استہانہ پر مبنی ہے،
 بقدر حد حالت خاص میں، درج ذیل حالت خاص یا پوری انسانی قرار دیا
 تاہم یہ طاری ہے (یعنی) بہت زیادہ
 کا باغی تہہ، P اور T

Reedlich using

تاج خاص
 * بیرونی جذبہ میں ذرات ناسیاز جاذبہ تہہ ہے

$$P_s = \frac{\bar{R}T}{\bar{v}-b} - \frac{a}{\bar{v}(\bar{v}+b)} T^{\frac{1}{2}}$$

(مربع است بر حسب مستار) (پہا) عام و باہر
 (تعمیراتی) (کروٹن)

اندیشہ معادلی سطح جو (تعمیراتی) (دو طرفہ خارجہ)

$$\bar{a} = 0.42748 \frac{\bar{R}^2 T_c}{P_c} \quad \boxed{Z_c = 0.333}$$

* سیم معادلی Z_c و غیرہ میں
 معادہ، پری عام معادلی

$$b = 0.08664 \frac{\bar{R}T_c}{P_c}$$

کدر مستار، ہاں بالافضل (تعمیراتی) (دو طرفہ خارجہ)

Beattie Bridgman

تعمیراتی معادلی (تعمیراتی) (تعمیراتی)

$$P = P_k + P_p$$

1- جنبی (kinetic)
 2- پوتنشل (potential)
 جنبہ پناہی از دو جز است

$$P_k = \frac{RT(1 - \frac{C}{VT^3})}{v^2} \left[v + B \left(1 - \frac{E}{v} \right) \right]$$

معادلی (تعمیراتی) (تعمیراتی)

$$P_p = -\frac{A_0}{v^2} \left(1 - \frac{a}{v} \right)$$

$$P = \frac{RT(1 - \frac{C}{VT^3})}{v^2} \left[v + B \left(1 - \frac{E}{v} \right) \right] - \frac{A_0}{v^2} \left(1 - \frac{a}{v} \right)$$

ایجا ضرب ثابت یعنی برابر 3 ثابت (تعمیراتی) (تعمیراتی) (تعمیراتی)

* 5 تا مرتبہ

1) رفتار عامہ (تعمیراتی) (تعمیراتی)

دراہ برای تعیین ضرب وجود دارد

تعمیراتی (تعمیراتی) (تعمیراتی)

دراہ برای تعیین ضرب وجود دارد

Subject:

داده‌های تجربی - Data of Experiments

Year: _____ Month: _____ Date: _____

هدف از این آزمایش تعیین ضرایب a و b در معادله Van der Waals است. P, T که کمترین دما را دارد.

هدف از این آزمایش تعیین ضرایب a و b در معادله Van der Waals است. P, T که کمترین دما را دارد. a و b ضرایب هستند که با تغییر دما تغییر می‌کنند. a و b ضرایب هستند که با تغییر دما تغییر می‌کنند.

Benedict webb Rubin equation of state: برای محاسبه ضرایب a و b در معادله Van der Waals. a و b ضرایب هستند که با تغییر دما تغییر می‌کنند.

$$P = \frac{RT}{v} + (b_0 RT - A_0 - \frac{C_0}{T^2}) \frac{1}{v^2} + (b_1 RT - a) \frac{1}{v^3} + \frac{ax}{v^3} + \frac{c(1 + \frac{d}{v^2})}{T^2} \frac{1}{v^3}$$

معادله حالت (VIRIAL) $P \rightarrow \infty$ $v \rightarrow \infty$

$$PV = \frac{RT}{P} (1 + \frac{B}{v} + \frac{C}{v^2} + \frac{D}{v^3} + \dots)$$

فرم مستقیم: $v \rightarrow \infty$ $P \rightarrow 0$ $v \rightarrow \infty$ $P \rightarrow 0$

$$PV = RT (1 + B'P + C'P^2 + D'P^3 + \dots)$$

$$B' = \frac{B}{RT}$$

$$C' = \frac{C - B^2}{(RT)^2}$$

$$D' = \frac{D - 3BC + 2B^3}{(RT)^3}$$

$$PV = RT (1 - \frac{b}{v})^{-1} - \frac{a}{v}$$

$$\frac{PV}{RT} = 1 + \frac{B}{v} - \frac{a}{RTv}$$

Subject:

Year: Month: Date: | | |

داده شده است که در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند $Z=1$ است.

Compressibility Factor

$$PV = ZRT$$

$$\frac{V_r}{V_c} = \frac{V}{V_c} = \frac{ZRT P_c}{Z_c P_c T_c P} = \frac{Z}{Z_c} \times \frac{T_r}{P} \quad (***)$$

(***)

$$Z = F(P_r, T_r, Z_c)$$

این از (*) و با V_r برابر است.

⇔

این تابعی است که در این صورت به دست می آید.

این معادله در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند

$$Z^3 - \left(\frac{P_r}{8T_r} + 1\right) Z^2 + \left(\frac{27P_r}{64T_r^2}\right) Z - \frac{27P_r^2}{512T_r^3} = 0 \quad \leftarrow \quad Z = Z(P_r, T_r)$$

این معادله در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند

$$Z_c = \frac{P_c V_c}{RT_c} = \frac{3}{8}$$

این معادله در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند

$$Z_c = 0.21 - 0.29$$

این معادله در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند

$$Z_c = 0.27 - 0.29$$

0.29

Pitzer-curl method

این معادله در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند

$$Z = Z^{(0)}(T_r, P_r) + \omega Z^{(1)}(T_r, P_r)$$

این معادله در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند

این معادله در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند

این معادله در دما و فشاری که در آن گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند

(Acentric factors)

انحراف آنتالپی و آنالیز

$$(h^* - h)_T = \left[RT_r^2 \int_0^{Pr} \left(\frac{\partial B}{\partial T_r} \right)_{Pr} d(\ln Pr) \right]_T$$

انحراف آنتالپی
نسبت به حالت استاندارد
در دمای ثابت

$$(\delta_p^* - \delta_p)_T = - \left[R \int_0^{Pr} (1 - Z) d(\ln Pr) \right]_T + \left[\frac{h^* - h}{T_r T_c} \right]_T$$

مقدار انحراف
در دمای واقعی
مستقیم نسبت به
طولی دمای گاز
را گاز استاندارد
در نظر بگیریم

حالت واقعی همیشه با حالت استاندارد

$$(c_p - c_p^*)_T = \left[\frac{\partial}{\partial T_r} \left(\frac{h - h^*}{T_c} \right) \right]_P$$

برای اینکه بتوانیم محاسبه کنیم انحراف آنتالپی و آنالیز را باید به یک نقطه استاندارد (check point) برسیم. در این نقطه، انحراف آنتالپی و آنالیز صفر است و در دمای استاندارد (T_c) و فشار استاندارد (P_c) قرار می‌گیرد. در این نقطه، ضریب انقباض (Z) برابر با 1 است و ضریب انحراف آنتالپی (B) برابر با 0 است. در دمای استاندارد، ضریب انقباض (Z) برابر با 1 است و ضریب انحراف آنتالپی (B) برابر با 0 است.

1) $\lim_{P \rightarrow 0} \left(\frac{PV}{RT} \right) = 1$ (نسبت به حالت استاندارد)

2) $\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\frac{PV}{RT} \right) = 1$ (در فشار ثابت و دمای بی‌نهایت)

3) $\left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_{T_c} = 0$ و $\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2} \right)_{T_c} = 0$ (در دمای استاندارد)

Subject:

Year: Month: Date: ()

4) $\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v = 0$ as $p \rightarrow 0$ (at critical point) دما و فشار بحرانی

5) $\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v = 0$ as $T \rightarrow \infty$

6) $\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v = 0$ at $v = v_c$

7) $\left(\frac{\partial^2 z}{\partial p}\right)_T = 0$ حالت بحرانی

$p \rightarrow 0$

$\left. \begin{array}{l} \leftarrow \text{دما بحرانی } T \\ + \leftarrow \text{فشار بحرانی } p \end{array} \right\}$

Real temp. \leftarrow دما واقعی

$T = 2.5 T_c$

عوض کنیم

$\lim \frac{\partial^2 z}{\partial T^2} = 0$ در نقطه بحرانی

15 Fold back temp \rightarrow
 $T \cong 5 T_c$

$$\mu_j = \frac{1}{c_p} \left[T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p - v \right] = \frac{RT^2}{pc_p} \left(\frac{\partial \ln v}{\partial T} \right)_p = 0$$

an inversion نقطه عکس

$\left\{ \begin{array}{l} \text{تنها درونی بوده باقیه} \leftarrow \text{مختار} \\ \text{مختار} \leftarrow \text{بقیه} \end{array} \right.$

Simple system

multi component system

$U = U(S, V)$ \leftarrow تابع دو خاصیت مستقل

از هم داده ندارد.

بادهی ظاهری \leftarrow سه ترم در خارج می بینیم

ولی در طول مسیرها در هر دو فاز ثابت است

چند جزئی \leftarrow ترکیبات و ناخالصی دارد

مخلوط \leftarrow mixture آب مشرب

$U = U(S, V, n_1, n_2, \dots)$

مشخص کننده های مختار و وابسته
مقیاس (مقادیر موله) (تراپی است)

در حالت تعادل و خواص

تعادل

$$du = \left(\frac{\partial u}{\partial s} \right)_{v,n} ds + \left(\frac{\partial u}{\partial v} \right)_{s,n} dv + \sum_{i=1}^r \left(\frac{\partial u}{\partial n_i} \right)_{s,v,n_j(j \neq i)} dn_i$$

$du = Tds - pdv$

$\left(\frac{\partial u}{\partial s} \right)_{v,n} = T, \left(\frac{\partial u}{\partial v} \right)_{s,n} = -p$

عین \leftarrow معادله

$\mu_i = \left(\frac{\partial u}{\partial n_i} \right)_{s,v,n_j(j \neq i)}$

پتانسیل شیمیایی

(در) \leftarrow مقدار انرژی متوسط

$du = Tds - pdv + \sum_{i=1}^r \mu_i dn_i$

$\mu \leftarrow$ driving force

حالت تعادل ← $\sum_{i=1}^r \mu_i dn_i$

$$dH = Tds + vdp + \sum_{i=1}^r \left(\frac{\partial H}{\partial n_i} \right)_{s, v, n_j (j \neq i)} dn_i$$

$$dA = -sdT - pdV + \sum_{i=1}^r \left(\frac{\partial A}{\partial n_i} \right)_{s, p, n_j (j \neq i)} dn_i$$

$$dG = -sdT + vdp + \sum_{i=1}^r \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{T, p, n_j (j \neq i)} dn_i$$

* تفاوت مساویته در شرایط یکسان

$$du = Tds - pdv + \sum \mu_i dn_i$$

* مشتق آرید و در صورت تساوی باقی میماند $d(pv - Ts)$

$$du + d(pv - Ts) = Tds - pdv + \sum_{i=1}^r \mu_i dn_i + d(pv - Ts)$$

$$dG = vdp - sdT + \sum_{i=1}^r \mu_i dn_i \quad (1)$$

$$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{T, p, n_j (j \neq i)}$$

که با فرض تساوی در شرایط یکسان

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T} \right)_{p, n} = - \left(\frac{\partial s}{\partial n_i} \right)_{T, p, n_j (j \neq i)}$$

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial p} \right)_{T, n} = \left(\frac{\partial v}{\partial n_i} \right)_{T, p, n_j (j \neq i)}$$

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial n_k} \right)_{T, p, n_j (j \neq k)} = \left(\frac{\partial \mu_k}{\partial n_i} \right)_{T, p, n_j (j \neq k)}$$

* بررسی شود

تساوی (T, p) ثابت است ← برای بررسی می کنیم که چطور می توانیم آن را
فراوان است که می توانیم یک شایسته را بررسی کنیم

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T}\right)_{V, n} = -\left(\frac{\partial S}{\partial n_i}\right)_{T, V, n_j (j \neq i)}$$

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial V}\right)_{T, n} = -\left(\frac{\partial P}{\partial n_i}\right)_{T, V, n_j (j \neq i)}$$

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial n_k}\right)_{T, V, n_j (j \neq k)} = \left(\frac{\partial \mu_k}{\partial n_i}\right)_{T, V, n_j (j \neq i)}$$

این مثل قبل است. حتماً در کتاب برداشته شود.

تابع هموژن ۱

رایج است اولی برای تابع هموژن

$$f(\lambda z_1, \lambda z_2, \lambda z_3, \dots, \lambda z_r) = \lambda^m f(z_1, z_2, z_3, \dots, z_r)$$

داده صورت تابع f است از مرتبه m

(1) μ_i homogeneous ← extensive تابع
 که وابسته به n_i است

در تابع هموژن باقی بماند ←

$$mf(z_1, z_2, \dots, z_r) = \sum_{i=1}^r z_i \left(\frac{\partial f}{\partial z_i}\right)_{z_j (j \neq i)}$$

عبارت ۱

$$U = U(S, V, n, \dots)$$

$$U = \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V, n} S + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{S, n} V + \sum_{i=1}^r \left(\frac{\partial U}{\partial n_i}\right)_{S, V, n_j (j \neq i)} n_i$$

$$du = Tds - pdv + \sum_{i=1}^r \mu_i dn_i$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V, n} = T$$

$$U = TS - PV + \sum_{i=1}^r \mu_i n_i \quad (*)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{S, n} = -P$$

Subject:

Year 90 Month 9 Date 1

$$G = U + PV - TS \quad (*) \rightarrow$$

$$G = \sum_{i=1}^r \mu_i n_i$$

$$dG = \sum_{i=1}^r \mu_i dn_i + \sum_{i=1}^r n_i d\mu_i \quad (\text{Gibbs Duhem relation})$$

$$\textcircled{E} \quad \left[SdT - vdp + \sum_{i=1}^r n_i d\mu_i = 0 \right] \quad \text{این معادله قابل رویت کردن است$$

$dp = \dots$ $dT = \dots$ $d\mu_i = \dots$

این معادله را می توان به این صورت نوشت

$$G = \mu n \quad \rightarrow \quad \mu = \frac{G}{n} = \bar{g}$$

$$x_i = \frac{n_i}{\sum_{k=1}^r n_k} \quad \text{mole fraction}$$

$$\sum_{i=1}^k x_i = 1 \quad \rightarrow \quad x_1 + x_2 = 1 \quad \rightarrow \quad dx_1 = -dx_2$$

$$du = Tds - pdv + \sum_{i=2}^r \mu_i dx_i$$

$$SdT - vdp + \sum_{i=1}^r x_i d\mu_i = 0$$

$$\sum_{i=1}^r x_i d\mu_i = 0 \quad \left[T, P \text{ ثابت} \right]$$

Partial Molar property

خاصیت مول جزئی

γ : extensive (P, T, n_i) $\bar{\gamma}$: intensive

$$\bar{\gamma}_i = \left(\frac{\partial Y}{\partial n_i} \right)_{T, P, n_j (j \neq i)}$$
 نقش اساسی در دست یابی به خواص ترکیب همتایی

$$Y = Y(T, P, n_1, \dots, n_r)$$
 خود Y و فاصم است *

$$dY = \left(\frac{\partial Y}{\partial T} \right)_{P, n} dT + \left(\frac{\partial Y}{\partial P} \right)_{T, n} dP + \sum_{i=1}^r \left(\frac{\partial Y}{\partial n_i} \right)_{T, P, n_j (j \neq i)} dn_i$$

$$(dY)_{T, P} = \sum_{i=1}^r \left(\frac{\partial Y}{\partial n_i} \right)_{T, P, n_j (j \neq i)} dn_i$$

$$(dY)_{T, P} = \sum_{i=1}^r \bar{\gamma}_i dn_i$$

$$\left. \begin{aligned} dn_i &= n_i d\lambda \\ dY_{T, P} &= Y d\lambda \end{aligned} \right\} \text{برای } \gamma$$

$$Y = \sum_{i=1}^r \bar{\gamma}_i n_i$$

شرط تساوی در خواص extensive
(یعنی آماده بار $\bar{\gamma}_i$ متغیر است)

* شرط

$$\left[\begin{aligned} & \text{تساوی در خواص} \end{aligned} \right]$$

همزمان با این شرط باید
 اما هر شرط تعادلی با این شرط تعادلی است

$$\Delta w = \sum \bar{\gamma}_i dn_i$$

(بروز اولی و دوم، فاکتور مساوی)

$\int \frac{\delta Q}{T}$ انتگرال غیر متقابل است

$\int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$

$S_2 - S_1 = \int \frac{\delta Q}{T} + S_{gen}$

انتگرال متقابل
نیست و انتگرال
حالت

دیده شدن حالت
و مقدار تابع اولی که S_{gen} است

$U_2 - U_1 = \int \delta Q + W$

در فرآیندهای برگشتناپذیر و ترمی غیر قطعیه‌های ناشی از آن وجود دارد که باعث می‌شود س_{gen} به فرم خاص

دقیقاً به طوری اند $\phi(T)$
سازگار تابع است که همیشه در فرم درونی

که رابطه کار ترمی ← بی (یا ریاضی) (دستگاه) غیر ای
تابع $\frac{1}{T}$ متغیر است (مستقل از دما و با هم وابسته) در δQ با $\frac{1}{T}$
* حداکثر ← توان بر حسب دما (dead point)
* انتگرال متقابل ← دما و $\frac{1}{T}$ وابسته به $\phi(T)$ total pressure

* برای هر حالتی meq

مرتبط با حالتی است
مهم و در $\phi(T)$ وابسته
intensive

→ دما و $\frac{1}{T}$ وابسته (دیده شدن حالت)

مثال اینکه در سیستم معرّفی لا حیدر و در صورتیکه سیستم بسته است چگونه؟
 هدف: آشنایی بیشتر با مفاهیم مولی حرارتی + نسبت ارجح این پارامتر برای تشکیل ایزو

$$dy = \sum_{i=1}^r \bar{y}_i dn_i + \sum_{\lambda=1}^r n_i d\bar{y}_i$$

(در طرف سستای داریم)

$$dy = \sum_{i=1}^r \bar{y}_i dn_i$$

$$\Rightarrow \left[\sum_{i=1}^r n_i d\bar{y}_i = 0 \right]$$

در شرایطی که در P و T ثابت باشد (مثلاً) که در حالت تعادل باشد.

شرایطی در تعادل سیستم

اینجا برین حالتی را ملاحظه کنید

$$\sum_{i=1}^r n_i \frac{d\bar{y}_i}{dn_k} = 0$$

(در اینجا)

$$\sum_{i=1}^r n_i \left(\frac{\partial \bar{y}_i}{\partial n_k} \right)_{T, P, n_j (j \neq k)} = 0$$

* اسم معرّفی است (درین روابط برای هر یک از اجزای چند جزئی):

از تمام مولکول در سیستم را با آن تعیین کنیم؛ این معرّفی است که
 مختص خواص extensive با آن معرّفی شود

معرّفی (مقداری)

$$G = H - TS$$

$$\bar{G}_i = \bar{H}_i + T \bar{S}_i$$

$$\left(\frac{\partial \bar{G}}{\partial n_i} \right)_{T, P, n_j (j \neq i)} = \left(\frac{\partial H}{\partial n_i} \right)_{T, P, n_j (j \neq i)} - T \left(\frac{\partial S}{\partial n_i} \right)_{T, P, n_j (j \neq i)}$$

$$\boxed{\bar{G}_i = \bar{H}_i - T \bar{S}_i}$$

* در اینجا partial molar property
 به معنی مولی خاص است
 P4PCO

Subject:

Year 9 Month 9 Date 4

$$\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

با استفاده از بریگمان

برای مشتق نسبت به دما

$$\left(\frac{\partial \bar{H}_i}{\partial P}\right)_{T,n} = \bar{V}_i - T\left(\frac{\partial \bar{V}_i}{\partial T}\right)_{P,n}$$

نکته: مشتق گیری و استفاده از بریگمان

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T}\right)_{P,n} = -\left(\frac{\partial \bar{S}}{\partial n_j}\right)_{T,P,n_j(j \neq i)} = -\bar{S}_i$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial n_i}\right)_{T,P,j \neq i,n_j}$$

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial P}\right)_{T,n} = \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial n_i}\right)_{T,P,n_j(j \neq i)} = \bar{V}_i$$

$$\mu = \mu(T, P, n_1, n_2, \dots, n_r)$$

$$d\bar{G}_i = d\mu_i = \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T}\right)_{P,n} dT + \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial P}\right)_{T,n} dP + \sum_{k=1}^r \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial n_k}\right)_{T,P,n_j(j \neq i)} dn_k$$

$$\mu_i = \left(\frac{\partial \bar{G}}{\partial n_i}\right)_{T,P,n_j(j \neq i)} = \bar{G}_i$$

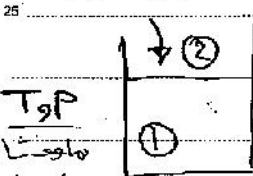
استفاده از تعریف مشتق

$$d\bar{G}_i = d\mu_i = -\bar{S}_i dT + \bar{V}_i dP + \sum_{k=1}^r \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial n_k}\right)_{T,P,n_j(j \neq i)} dn_k$$

$$d\bar{G}_i = -\bar{S}_i dT + \bar{V}_i dP$$

در حالت تعادل

افزایش دما و فشار در صورتی که دما و فشار ثابت باشد



تغییر دما و فشار در صورتی که دما و فشار ثابت باشد

ماده و فشار ثابت

PAPCO

7

معادله های تعادل را بنویسید

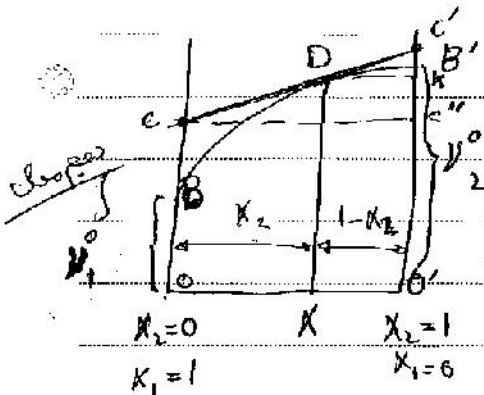


$$\bar{V}_2 = \left(\frac{\partial V}{\partial n_2} \right)_{T, P, n_1}$$

کمیته های تعادل بین V و n₂ را بنویسید

T, P و n₁ ثابت است

برای تعادل در این سیستم باید توانایی انجام کار را داشته باشد. معادله های تعادل را بنویسید



معادله های تعادل
مؤلفه های تعادل

معادله های تعادل را بنویسید

$$\begin{cases} \text{length } (oc) = \bar{V}_1 \\ \text{length } (o'c') = \bar{V}_2 \end{cases}$$

$$y = \sum_{i=1}^r \bar{V}_i x_i$$

$$\sum_{i=1}^r x_i \left(\frac{\partial \bar{V}_i}{\partial x_k} \right)_{T, P} = 0$$

1)
$$y = (1-x_2) \bar{V}_1 + x_2 \bar{V}_2$$
 ← $y = \sum \bar{V}_i x_i$

2)
$$(1-x_2) \left(\frac{\partial \bar{V}_1}{\partial x_2} \right)_{T, P} + x_2 \left(\frac{\partial \bar{V}_2}{\partial x_2} \right)_{T, P} = 0$$

3)
$$\left(\frac{\partial V}{\partial x_2} \right)_{T, P} = -\bar{V}_1 + (1-x_2) \left(\frac{\partial \bar{V}_1}{\partial x_2} \right)_{T, P} + \bar{V}_2 + x_2 \left(\frac{\partial \bar{V}_2}{\partial x_2} \right)_{T, P}$$

4)
$$\left(\frac{\partial V}{\partial x_2} \right)_{T, P} = \bar{V}_2 - \bar{V}_1$$

