

Subject :

Year . Month . Date . ()

92, 07, 19

فلسه اول

فصل اول

حجم کنترل ← C.M ← بسته
 سیستم ← حجم کنترل ← C.V ← باز
 محله
 مرز



۱- ماکروسکوپیک
 ۲- میکروسکوپیک
 مقدار نیروی سیالین سیستم

خواص میکروسکوپی : ۱- انرژی جنبی یک مولکول ۲- اندازه حرکت و

خواص ماکروسکوپی : ۱- حجم ۲- فشار ۳- دما ۴- آنتالپی ۵- آنتروپی و

تعادل :
 تعادل مکانیکی
 تعادل حرارتی

پذیره ۱- (اصل) : حالت تعادل یک سیستم توسط پارامترهای انرژی داخلی (U) حجم و تعداد مولها

(P, N) کاملاً مشخص می شود

- سیستم ساده }
 1. ترکیب شیمیایی ثابت بود (موتور و کما مثل به ترکیب ندارند)
 2. سیستم به صورت مگن و مینوافت بود

خواص }
 مقادری
 شدتی

پذیره 2: حالت تعادل سیستم توسط پارامتر آنتروپی که به عنوان یک کمیت است بیان می شود و این تابع

(تابع آنتروپی) در حالت تعادل مقدار ماکزیمم است. (بر حسب سایر پارامترها)

قانون دوم ← اصل افزایش آنتروپی

$$\Delta S_{tot} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{عقید} \gg 0, \Delta S \gg 0$$

اگر فرآیند برگشت پذیر باشد ← $\Delta S_{tot} = 0$ و اگر فرآیند برگشت ناپذیر باشد ← $\Delta S_{tot} > 0$

شرط ماکزیمم شدن آنتروپی :

$$\frac{ds}{du} = 0$$

$$S = S(u, v, n) \rightarrow ds = \left(\frac{\partial S}{\partial u} \right)_{v, n} du + \left(\frac{\partial S}{\partial v} \right)_{u, n} dv + \left(\frac{\partial S}{\partial n} \right)_{u, v} dn$$

قانون اول ترمودینامیک $\Rightarrow \delta Q - \delta W = du$

$$ds = \frac{\delta Q_{rev}}{T} \Rightarrow \delta Q = T ds$$

$$\delta = \delta$$

$$T ds - \delta W = du$$

قانون اول بر حسب آنتروپی $\rightarrow T ds + \delta W_{ex} = du$

$$\delta W = P dv$$

\Rightarrow

$$T ds - P dv = du$$

Subject :

Year . Month . Date . ()

$$u = u(S, V) \rightarrow \begin{cases} du = \left(\frac{\partial u}{\partial S} \right)_V ds + \left(\frac{\partial u}{\partial V} \right)_S dV \\ du = Tds - PdV \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T = \left(\frac{\partial u}{\partial S} \right)_V \\ P = - \left(\frac{\partial u}{\partial V} \right)_S \end{cases}$$

$$u = u(S, V, n)$$

$$du = \underbrace{\left(\frac{\partial u}{\partial S} \right)_{V, n}}_T ds + \underbrace{\left(\frac{\partial u}{\partial V} \right)_{S, n}}_{-P} dV + \underbrace{\left(\frac{\partial u}{\partial n} \right)_{S, V}}_{\mu} dn$$

$$* \boxed{du = Tds - PdV + \mu dn}$$

قانون اول ترموديناميك

$$\boxed{\mu = \text{تفاضل الكيمياء}} \quad \mu = \text{تفاضل الكيمياء}$$

$$\frac{u}{n} = \frac{u}{n} \left(\frac{S}{n}, \frac{V}{n}, \frac{n}{n} \right) \rightarrow \begin{cases} \bar{u} = u_i = u(\bar{S}, \bar{V}) \\ \bar{S} = S_i = S(\bar{V}, \bar{u}) \\ \bar{V} = V_i = V(\bar{S}, \bar{u}) \end{cases}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

92, 8, 10

دلیس دوم

$$du = T ds - P dv + \mu dn$$

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

فرم عمومی قانون اول ترمودینامیک:

مقدار کین مقدار V (حجم) را به صورت شدتی بنویسیم:

$$V = \begin{cases} \frac{V}{m} = \bar{v} & \text{حجم مخصوص} \\ \frac{V}{n} = \bar{v} & \text{حجم مولی} \end{cases}$$

$$du = dq + \int dw$$

به شرطی که $n = \text{ثابت باشد}$

$$ds_{sys} + ds_{surr} = ds_{tot} \geq 0$$

پذیره 2 (قانون دوم ترمودینامیک)

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

$$\frac{\partial s}{\partial u} > 0$$

$$\frac{\partial^2 s}{\partial u^2} < 0$$

شرطه ما که نیم شدن آنتروپی

$$T ds = du + P dv - \mu dn \quad \text{cte}$$

$$T ds = du + P dv$$

$$ds = \frac{du}{T} + \frac{P}{T} dv \Rightarrow s = s(u, v)$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_V dU + \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_U dV$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{aligned} \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_V &= \frac{1}{T} \quad \& \quad T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_V \\ \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_U &= \frac{P}{T} \end{aligned} \right.$$

پذیره 3 :

اگر سیستم شامل چند زیر سیستم باشد

$$S = \sum_{\alpha} S^{\alpha} = S^1 + S^2 + S^3 + S^4 + \dots$$

1	2	3
4		

$$S^{\alpha} = S^{\alpha}(U^{\alpha}, V^{\alpha}, n^{\alpha})$$

$$U^{\alpha} = U^1 + U^2 + U^3 + U^4 = \gamma_1 U + \gamma_2 U + \gamma_3 U + \gamma_4 U$$

$$S = S(\gamma_1 U, \gamma_2 U, \gamma_3 U)$$

$$dS = \frac{\partial S}{\partial U} dU + \frac{\partial S}{\partial V} dV + \frac{\partial S}{\partial n} dn$$

پذیره 4 :

$$T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_V \rightarrow T = 0K \rightarrow \frac{\partial U}{\partial S} = 0$$

استفاده از این است.

Subject:

Year. Month. Date. ()

آنندروی به عنای بی نظمی است. اگر به صفر مطلق برسیم بی نظمی سیستم صفر می شود.

$$T = 0 \text{ K} \rightarrow U = 0 \rightarrow S = 0$$

این حالت را قانون سوم ترمودینامیک می نامند.

عقل دوم

تعداد ترمودینامیکی: یک تعداد مد جانده است.

$$F(S, U, V) = 0$$

$$F(P, V, T) = 0$$

$$ds = \frac{du}{T} + \frac{P dV}{T} - \frac{M}{T} dn, \quad S = S(U, V, n)$$

$$ds = \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_{V, n} dU + \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_{U, n} dV + \left(\frac{\partial S}{\partial n} \right)_{U, V} dn$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{T} &= \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_{V, n} \\ \frac{P}{T} &= \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_{U, n} \\ -\frac{M}{T} &= \left(\frac{\partial S}{\partial n} \right)_{U, V} \end{aligned} \right\}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$u = u(S, V, n)$$

$$du = \left(\frac{\partial u}{\partial S} \right)_{V, n} ds + \left(\frac{\partial u}{\partial V} \right)_{S, n} dV + \left(\frac{\partial u}{\partial n} \right)_{S, V} dn$$

$$du = T ds - P dV + \mu dn$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T = \left(\frac{\partial u}{\partial S} \right)_{V, n} \\ P = \left(\frac{\partial u}{\partial V} \right)_{S, n} \\ \mu = \left(\frac{\partial u}{\partial n} \right)_{S, V} \end{cases}$$

$$n = n(y, Z)$$

$$dn = \left(\frac{\partial n}{\partial y} \right)_Z dy + \left(\frac{\partial n}{\partial Z} \right)_y dZ$$

$$Z = Z(n, y)$$

$$* dZ = \left(\frac{\partial Z}{\partial n} \right)_y dn + \left(\frac{\partial Z}{\partial y} \right)_n dy$$

• (für die Ableitung * die dZ von dn ableiten)

$$dn = \left(\frac{\partial n}{\partial y} \right)_Z dy + \left(\frac{\partial n}{\partial Z} \right)_y \left[\left(\frac{\partial Z}{\partial n} \right)_y dn + \left(\frac{\partial Z}{\partial y} \right)_n dy \right]$$

Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. _____ ()

$$dX = \left(\frac{\partial X}{\partial y} \right)_z dy + \left(\frac{\partial X}{\partial z} \right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial n} \right)_y dn + \left(\frac{\partial X}{\partial z} \right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)_n dy$$

$$dX = \left(\frac{\partial X}{\partial z} \right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial n} \right)_y dn + dy \left[\left(\frac{\partial X}{\partial z} \right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)_n + \left(\frac{\partial X}{\partial y} \right)_z \right]$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \left(\frac{\partial X}{\partial z} \right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial n} \right)_y = 1 \rightarrow \left(\frac{\partial X}{\partial z} \right)_y = \frac{1}{\left(\frac{\partial z}{\partial n} \right)_y} \\ \left(\frac{\partial X}{\partial z} \right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)_n + \left(\frac{\partial X}{\partial y} \right)_z = 0 \end{cases}$$

$$\left(\frac{\partial X}{\partial z} \right)_y \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)_n + \left(\frac{\partial X}{\partial y} \right)_z = -1$$

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

$$S = S(U, V, n) \rightarrow \frac{1}{T} = \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_V, \quad \frac{P}{T} = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_U$$

$$U = U(S, V, n) \rightarrow T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_V, \quad -P = \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_S$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_S \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_U \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_V = -1$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_U = \frac{-1}{\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_S \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_V} = \frac{T}{P}$$

$$\frac{\partial V}{\partial S} = \frac{T}{P} \rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_U = \frac{1}{\left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_U} = \frac{1}{\frac{T}{P}} = \frac{P}{T}$$

Subject:

Year . Month . Date . ()

$$u_T = \underbrace{u^{(1)}}_{\text{مالتکونیه}} + \underbrace{u^{(2)}}_{\text{دالتکونیه}} = u^{(1)} + u^{(2)}$$

$$S = S^{(1)}(u, v, n) + S^{(2)}(u, v, n)$$

$$ds = ds^{(1)} + ds^{(2)}$$

$$ds^{(1)} = \left(\frac{\partial S}{\partial u} \right)_{u,v,n} du + \left(\frac{\partial S}{\partial v} \right)_{u,v,n} dv + \left(\frac{\partial S}{\partial n} \right)_{u,v,n} dn \Rightarrow ds^{(1)} = \left(\frac{\partial S^{(1)}}{\partial u^{(1)}} \right) du^{(1)}$$

$$ds^{(2)} = \left(\frac{\partial S}{\partial u} \right)_{u,v,n} du + \left(\frac{\partial S}{\partial v} \right)_{u,v,n} dv + \left(\frac{\partial S}{\partial n} \right)_{u,v,n} dn \Rightarrow ds^{(2)} = \left(\frac{\partial S^{(2)}}{\partial u^{(2)}} \right) du^{(2)}$$

$$ds_{\text{tot}} = \left(\frac{\partial S^{(1)}}{\partial u^{(1)}} \right) du^{(1)} + \left(\frac{\partial S^{(2)}}{\partial u^{(2)}} \right) du^{(2)}$$

$$ds = du^{(1)} \left[\left(\frac{\partial S}{\partial u} \right)^{(1)} - \left(\frac{\partial S}{\partial u} \right)^{(2)} \right]$$

شرط ماکزیمم شدن آنتروپی $\frac{ds}{du^{(1)}} = 0 \Rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial u} \right)^{(1)} = \left(\frac{\partial S}{\partial u} \right)^{(2)}$, $\frac{1}{T^{(1)}} = \frac{1}{T^{(2)}}$
 شرط همدمایی

شرط ریاضی تعادل گرمایی = همدمایی

قانون صفرم ترمودینامیک:



Subject:

Year. Month. Date. ()

92, 8, 17

فلسه نهم

$$du = T ds - P dv + \mu \cdot dn$$

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

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

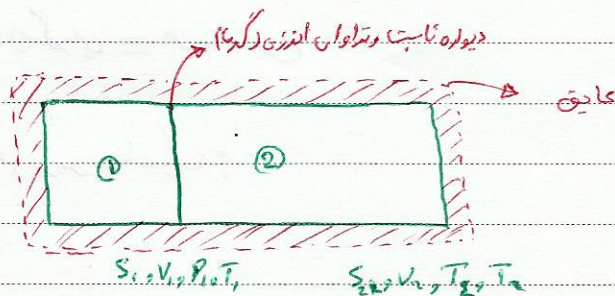
$$du = \left(\frac{\partial u}{\partial s}\right)_{v,n} ds + \left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_{s,n} dv + \left(\frac{\partial u}{\partial n}\right)_{s,v} dn$$

یعنی انرژی درونی تابعی است از حجم و آنتروپی

$$u = n u\left(s, v\right) \Rightarrow \frac{u}{n} = u\left(\frac{s}{n}, \frac{v}{n}, 1\right)$$

$$\underline{du = T ds - P dv + \mu dn} \quad \text{قانون اول در حالت مقفولی}$$

$$\underline{du = T ds - P dv} \quad \text{قانون اول در حالت شدتی}$$

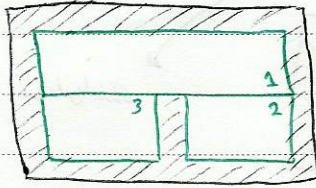


شرط ریاضی تعادل گرمایی

Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. ()

$$U_t = U^{(1)} + U^{(2)} + U^{(3)}$$



$$0 = du^{(1)} + du^{(2)} + du^{(3)} \rightarrow du^{(3)} = -(du^{(1)} + du^{(2)})$$

$$S_t = S^1 + S^2 + S^3 \rightarrow ds_t = \left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)^1 du^{(1)} + \left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)^2 du^{(2)} + \left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)^3 du^{(3)}$$

$$I \quad \left. \frac{ds_t}{du^{(1)}} \right|_{du^{(2)}=0} = \frac{\partial S^{(1)}}{\partial U^{(1)}} - \frac{\partial S^{(3)}}{\partial U^{(3)}} = 0 \Rightarrow \frac{\partial S^1}{\partial U^{(1)}} = \frac{\partial S^{(3)}}{\partial U^{(3)}} \rightarrow T_1' = T_3'$$

$$II \quad \left. \frac{ds_t}{du^{(2)}} \right|_{du^{(1)}=0} = \frac{\partial S^{(2)}}{\partial U^{(2)}} - \frac{\partial S^{(3)}}{\partial U^{(3)}} = 0 \Rightarrow T_2' = T_3'$$

$$T_1' = T_2' = T_3'$$

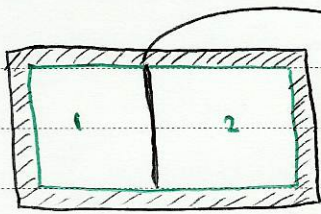
$$ds_t = \left(\frac{1}{T_1'} - \frac{1}{T_2'} \right) du^{(1)}$$

$$ds_t \geq 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{if} \rightarrow \text{برگشت پذیری} \rightarrow ds_t = 0 \\ \text{if} \rightarrow \text{نیست برگشت پذیری} \rightarrow ds_t > 0 \end{array} \right.$$

$ds_t = 0$ چون محیط را از اوله کرده ایم پس ←

Subject:

Year. Month. Date. ()



S_1, V_1, P_1, T_1 S_2, V_2, P_2, T_2

مشروط بر این تعداد کمالات

دیواره متحرک تراولمی انرژی

$$I \quad U^t = U^{(1)} + U^{(2)} \Rightarrow dU^t = 0 \Rightarrow dU^{(1)} = -dU^{(2)}$$

$$II \quad V^t = V^{(1)} + V^{(2)} \Rightarrow dV^t = 0 \Rightarrow dV^{(1)} = -dV^{(2)}$$

$$III \quad S^t = S^{(1)} + S^{(2)} \Rightarrow dS^t = 0 \Rightarrow dS^t = dS^{(1)} + dS^{(2)}$$

$$S = S(U, V)$$

$$dS^{(1)} = \left(\frac{\partial S^{(1)}}{\partial U^{(1)}} \right)_{V^{(1)} \text{ etc}} dU^{(1)} + \left(\frac{\partial S^{(1)}}{\partial V^{(1)}} \right)_{U^{(1)} \text{ etc}} dV^{(1)}, \quad dS^{(2)} = \left(\frac{\partial S^{(2)}}{\partial U^{(2)}} \right)_{V^{(2)} \text{ etc}} dU^{(2)} + \left(\frac{\partial S^{(2)}}{\partial V^{(2)}} \right)_{U^{(2)} \text{ etc}} dV^{(2)}$$

$$dS^t = \left(\frac{\partial S^{(1)}}{\partial U^{(1)}} - \frac{\partial S^{(2)}}{\partial U^{(2)}} \right) dU^{(1)} + \left(\frac{\partial S^{(1)}}{\partial V^{(1)}} - \frac{\partial S^{(2)}}{\partial V^{(2)}} \right) dV^{(1)}$$

$$\left. \frac{dS^t}{dU^{(1)}} \right|_{dV^{(1)}} \Rightarrow \frac{1}{T_1'} = \frac{1}{T_2'} \Rightarrow \underline{T_1 = T_2}$$

$$\left. \frac{dS^{(1)}}{dV^{(1)}} \right|_{dU^{(1)}=0} = 0 \Rightarrow \frac{\partial S^{(1)}}{\partial V^{(1)}} = \frac{\partial S^{(2)}}{\partial V^{(2)}} \Rightarrow \frac{P_1'}{T_1'} = \frac{P_2'}{T_2'} \Rightarrow \underline{P_1 = P_2}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

شرط ریاضی تعادل شیمیایی:

شرط مسکن ریستون قبل از آنکه پذیرد با این تفاوت که دما و تداوی صولی هم باشند.

$$u^{(+)} = u^{(1)} + u^{(2)} \Rightarrow du^{(+)} = 0 \Rightarrow du^{(1)} = -du^{(2)}$$

$$n_t = n^{(1)} + n^{(2)} \Rightarrow dn_t = 0 \Rightarrow dn^{(1)} = -dn^{(2)}$$

$$ds^+ = ds^{(1)} + ds^{(2)}$$

$$s^+ = s^+(u^i, n^i) \rightarrow ds^{(1)} = \left(\frac{\partial s^+}{\partial u^i} \right)_{n^i = cte} du^{(1)} + \left(\frac{\partial s^+}{\partial n^i} \right)_{u^i = cte} dn^{(1)}$$

$$ds^+ = \left(\frac{\partial s^+}{\partial u^1} - \frac{\partial s^+}{\partial u^2} \right) du^{(1)} + \left(\frac{\partial s^+}{\partial n^{(1)}} - \frac{\partial s^+}{\partial n^{(2)}} \right) dn^{(1)}$$

$$\frac{ds^+}{du^i} = 0 \Rightarrow T_1' = T_2'$$

$$\frac{ds^+}{dn^i} = 0 \Rightarrow \frac{\partial s^+}{\partial n^{(1)}} = \frac{\partial s^+}{\partial n^{(2)}} \Rightarrow -\frac{\mu_1'}{T_1'} = -\frac{\mu_2'}{T_2'}$$

Subject :

Year . Month . Date . ()

92, 9, 1

جلسہ

مضامین 3 : روابط ترمودینامیکی

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

رابطہ اولیہ

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

$$U(S, V, n)$$

$$U(\lambda S, \lambda V, \lambda n) = \lambda U(S, V, n) \quad \text{ہم جنریشن}$$

$$\frac{d}{d\lambda} [U(\lambda S, \lambda V, \lambda n) - \lambda U(S, V, n)]$$

$$\frac{d}{d\lambda} [U(\lambda S, \lambda V, \lambda n) - U(S, V, n)]$$

$$\frac{d}{d\lambda} (dU) = \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda S} \right)_{\lambda V, \lambda n = \text{cte}} \frac{d(\lambda S)}{d\lambda} + \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda V} \right)_{\lambda S, \lambda n} \frac{d(\lambda V)}{d\lambda} + \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda n} \right)_{\lambda S, \lambda V} \frac{d(\lambda n)}{d\lambda}$$

$$\frac{\partial U}{\partial (\lambda S)} S + \frac{\partial U}{\partial (\lambda V)} V + \frac{\partial U}{\partial (\lambda n)} n = U(S, V, n)$$

$T \quad -P \quad \mu$

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

$$U = U(S, V, n) \rightarrow \begin{cases} \frac{\partial U}{\partial S} = T \\ \frac{\partial U}{\partial V} = -P \\ \frac{\partial U}{\partial n} = \mu \end{cases}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$u = TS - PV + \mu n \quad \text{معادله اول}$$

$$du = Tds + sdt - PdV - VdP + \mu dn + nd\mu$$

$$Tds - PdV + \mu dn = Tds + sdt - PdV - VdP + \mu dn + nd\mu$$

$$sdt - VdP + nd\mu = 0 \quad \text{معادله دوم - کینین}$$

$$nd\mu = +VdP - sdt$$

منگام و نبردان یک واکنش شیمیایی امکان ندارد فشار یا دما یا حجم ثابت باشد. فقط تغییرات داریم.

Example 3.2-1

$$U = \left(\frac{V_0 \theta}{R^2} \right) \frac{S^4}{NV^2} \quad \leftarrow \text{انرژی درونی بستگی به صورت زیر تقسیم می شود}$$

$$\Rightarrow U = U(S, V, N) \quad \leftarrow \text{یعنی}$$

رابطه بین T و P و μ را بیان کنید؟

$$T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{V, N, \text{etc}} = \left(\frac{V_0 \theta}{R^2} \right) \frac{4S^3}{NV^2}$$

$$P = - \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right) = - \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{V_0 \theta}{R^2} \frac{S^4}{NV^2} \right), \quad \mu = \checkmark$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

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

اگر تابع دو برابر واداشتند نسیم و در آن $n = cte$ می

معادله
$$\frac{U}{N} = U\left(\frac{S}{N}, \frac{V}{N}, \frac{1}{N}\right)$$

مانند این است که طرفین را بر N تقسیم کرده ایم.

معادله
$$u = u(s, v)$$

حساب اندزین فرقی گاز ایده آل

هرگازیه که از معادله $PV = nR_u T$ تبعیت کند، گاز ایده آل می باشد

$R_u =$ ثابت جهانی گازها

$$R_u = 8.314 \frac{J}{mole \cdot K} = 8304 \frac{J}{kmole \cdot K}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

ماده

$$\rightarrow PV = m \left(\frac{R_u}{M} \right) T \rightarrow PV = m \left(R \right) T$$

تایید گاز

$$\rightarrow PV = RT \xrightarrow{v = \frac{1}{P}} P = PRT$$

معادله گاز ایده آل

$$\left\{ \begin{array}{l} PV = nR_u T \\ PV = mRT \\ PV = RT \\ P = PRT \end{array} \right.$$

$$U = cNRT$$

اندزین درونی یک گاز ایده آل تابعی است از nRT

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\begin{cases} PV = nR_u T \\ U = C n R_u T \end{cases} \quad ds = ?$$

$$ds = \left(\frac{\partial s}{\partial U} \right)_{n, V} dU + \left(\frac{\partial s}{\partial V} \right)_{n, U} dV + \left(\frac{\partial s}{\partial n} \right)_{s, V} dn$$

$$\frac{\partial s}{\partial U} = \frac{1}{T}$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial V} \right)_U \left(\frac{\partial V}{\partial U} \right) \left(\frac{\partial U}{\partial s} \right) = -1$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial V} \right)_U = - \frac{1}{\frac{\partial U}{\partial V}} = \frac{P}{T}$$

$$ds = \frac{1}{T} dU + \frac{P}{T} dV$$

تغییرات آنتروپی برای سیستم با تعداد مول ثابت

بدون تبادل کالری $U = C n R_u T \Rightarrow dU = C n R_u dT$

$$PV = nR_u T \Rightarrow V = \frac{nR_u T}{P}$$

$$\int_1^2 ds = \int_1^2 \frac{dU}{T} + \int_1^2 \frac{P}{T} dV$$

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dU}{T} + \int_1^2 \frac{P}{T} dV$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\frac{I}{T} = \frac{c n R_u}{u}, \quad \frac{P}{T} = \frac{n R_u}{V}$$

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{c n R_u}{u} du + \int_1^2 \frac{n R_u}{V} dV$$

$$S_2 - S_1 = c n R_u (\ln u) \Big|_{u_1}^{u_2} + n R_u (\ln V) \Big|_{V_1}^{V_2}$$

$$S - S_0 = c n R_u (\ln \frac{u}{u_0}) + n R_u (\ln \frac{V}{V_0})$$

$$\text{دستور: } T \rightarrow S = S_0 + c n R_u \ln \frac{u}{u_0} + n R_u \ln \frac{V}{V_0}$$

$$U = TS - PV + \mu n$$

$$TS = U + PV - \mu n \rightarrow S = \frac{U}{T} + \frac{PV}{T} - \frac{\mu n}{T}$$

$$\mu = \frac{U}{n} + \frac{PV}{n} - \frac{TS}{n}$$

$$\frac{S}{n} = \frac{S_0}{n} + c R_u \ln \left(\frac{u}{u_0} \right) + R_u \ln \left(\frac{V}{V_0} \right)$$

$$s = s_0 + c R_u \ln \left(\frac{u}{u_0} \right) + R_u \ln \left(\frac{V}{V_0} \right)$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\mu = U + PV - T \left(S_0 + C R_u \ln \left(\frac{U}{U_1} \right) + R_u \ln \left(\frac{V}{V_0} \right) \right)$$

$$\frac{\mu}{T} = \frac{U}{T} + \frac{P}{T} V - S_0 + C R_u \ln \left(\frac{U}{U_1} \right) - R_u \ln \left(\frac{V}{V_0} \right)$$

تغییر الکترونیکی گاز ایده آل ←

92, 09, 8

گاز حقیقی (گاز واندر والس) :

ایده آل (کامل) ← دانسیته کم باشد

$$(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = R_u T$$

b : حجم غیر قابل دسترس ، یعنی حجم اشغال شده توسط خود مولکول های گاز

a و b اعداد ثابت هستند که برای گاز های مختلف این اعداد متفاوت هستند.

$$P = \frac{R_u T}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

$$V = \frac{1}{P} \text{ حجم نهایی}$$

$$P = \frac{R_u T}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

حال اگر از واندر والس حد بگیریم :

$$\rightarrow PV = R_u T$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$C_v = \left(\frac{du}{dT} \right)_v \Rightarrow \int du = \int_{T_1}^{T_2} C_v dT \rightarrow \bar{u}_2 - \bar{u}_1 = \int_{T_1}^{T_2} C_v dT$$

فرداً بیندیشنا، رتبه است:

$$du = dQ - PdV \Rightarrow dQ = du + PdV$$

$$H = U + PV \rightarrow dH = du + PdV + VdP$$

$P = CTe$

$$\Rightarrow dH = du + PdV = dQ$$

$$\Rightarrow C_p = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{P, n} = \frac{1}{n} \left(\frac{dH}{dT} \right)_P = \left(\frac{dh}{dT} \right)_P$$

$$\Rightarrow \int dh = \int C_p dT \rightarrow h_2 - h_1 = \int C_p dT$$

رابطه بین C_p و C_v در گازهای ایده‌آل:

$$C_p = \left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{dh}{dT} \right)_P$$

C_v

$$\rightarrow C_p = \left(\frac{\partial(u + Pv)}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{du + PdV + VdP}{dT} \right)_P = \left(\frac{du}{dT} \right)_P + \frac{PdV}{dT}$$

$$Pv = R_u T \rightarrow \frac{dP}{dT} v + P \frac{dv}{dT} = R_u \Rightarrow P \frac{dv}{dT} = R_u \quad \frac{dP}{dT} = \frac{R_u}{P}$$

$$C_p = C_v + P \left(\frac{R_u}{P} \right) \Rightarrow C_p = C_v + R_u \quad \text{و} \quad C_p - C_v = R_u$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

92, 09, 29

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

ضریب تراکم پذیری $\beta_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$

$$V = V(P, T)$$

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

$$dV = R V dP + dV dT \Rightarrow \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \int_{P_1}^{P_2} R dP + \int_{T_1}^{T_2} dT$$

$$\ln \frac{V_2}{V_1} = R (P_2 - P_1) + \bar{V} (T_2 - T_1)$$

$$C_P = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{P, cte} = \left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_{P, cte}, \quad C_V = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{V, cte} = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_{V, cte}$$

$$C_P = \frac{1}{n} \left(T \frac{ds}{dT} \right)_{P, cte} = T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_{P, cte} = T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_{P, cte}$$

$$C_V = \frac{1}{n} \left(T \frac{\partial s}{\partial T} \right)_{V, cte} = T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_{V, cte} = T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_{V, cte}$$

ضریب تراکم پذیری $\beta_S = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$
آدنیا باتیک

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$du = \cancel{dQ} - \cancel{dw} + \mu \cancel{dn} \Rightarrow -\frac{dw}{n} = \frac{du}{n}$$

$$du = dw \rightarrow C_v dT = P dv$$

$$\kappa_s = -\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_s \Rightarrow dv = -\kappa_s v dp$$

$$\Rightarrow C_v dT = P(-\kappa_s v dp)$$

$$\Rightarrow \int_{T_1}^{T_2} C_v dT = \int_{P_1}^{P_2} -v \kappa_s P dp$$

$$\Rightarrow C_v (T_2 - T_1) = -\kappa_s v \int_{P_1}^{P_2} P dp$$

فصل 4) فرآیندهای برگشت پذیر و اصل کار ماکزیمم

$$du = \cancel{dQ} - \cancel{dw} \Rightarrow du = T ds - \cancel{dw}$$
$$du + dw - dQ = 0$$

I) if $du = \text{constant} \Rightarrow dQ = 0 \Rightarrow dw = \text{max}$

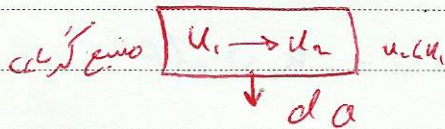
II) if $dQ = 0 \Rightarrow du = -dw$

Subject :

Year . Month . Date . ()

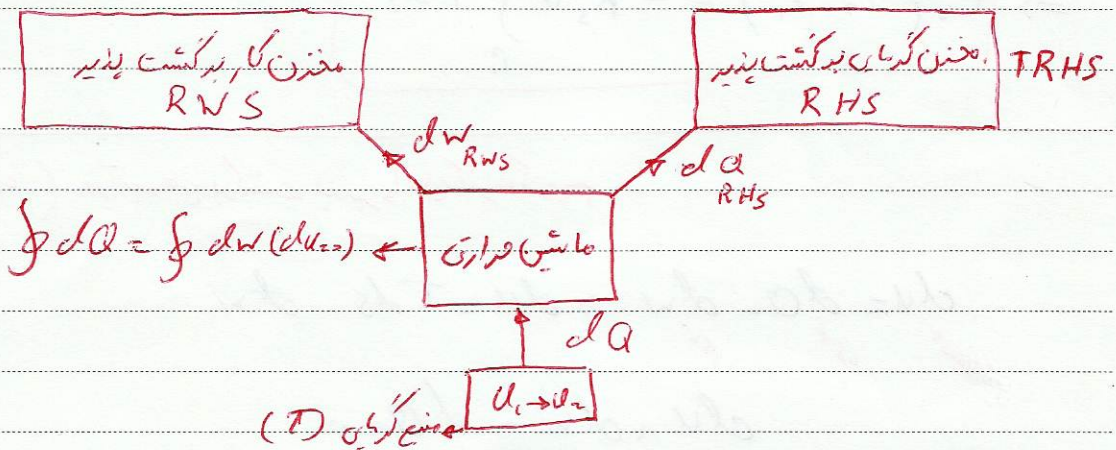
قانون دوم ترمودینامیک: اگر کاران توان به طور کامل به کار تبدیل کرد.

ماشین گرمایی (فشاری) ← ماشینی که کار را به کار تبدیل می کند. طبق قانون اول ترمودینامیک $dU = dQ = dW$



ماشین فشاری برگشت پذیر $\square \rightarrow$ خواص برگشت ناپذیری در ماشین و هم در بار

III) if $dU = 0 \Rightarrow dQ = dW$



اصل ماکزیمم شانس آنتروپی $dS_{tot} \geq 0 \Rightarrow \begin{cases} dS_f > 0 & \text{برگشت ناپذیر} \\ dS_f = 0 & \text{برگشت پذیر} \end{cases} \quad dS = \frac{dQ}{T}$

ماشین گرمایی $dS_f = dS_{dQ} + dS_{dW} + dS_{dQ_{RHS}} = 0$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$ds_t = + \frac{dQ}{T} + 0 - \frac{dQ_{RHS}}{T_{RHS}} = 0 \rightarrow \frac{dQ}{T} = \frac{dQ_{RHS}}{T_{RHS}}$$

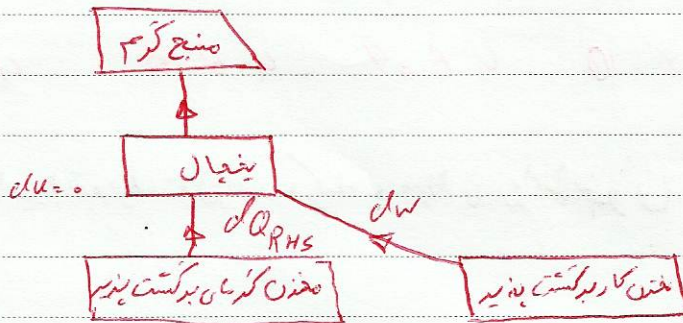
$$\rightarrow dQ = \frac{T}{T_{RHS}} dQ_{RHS}$$

$$COP(\eta) = \frac{\oint dW_{RHS}}{dQ} \times 100$$

$$= \frac{\oint dQ_{tot}}{dQ} \times 100 \rightarrow \eta(\eta) = \frac{dQ - dQ_{RHS}}{dQ}$$

$$\eta(\eta) = \frac{dQ}{dQ} \left(1 - \frac{dQ_{RHS}}{dQ} \right)$$

$$\rightarrow \eta = 1 - \frac{T_{RHS}}{T}$$



$$COP(\beta) = \frac{dQ_{RHS}}{\oint dW} = \frac{dQ_{RHS}}{dQ - dQ_{RHS}} = \frac{1}{\frac{dQ}{dQ_{RHS}} - 1} = \frac{T_{RHS}}{T - T_{RHS}}$$

Subject :

Year . Month . Date . ()

ہیب ورائی :

$$\beta' = \frac{dQ}{dQ - dQ_{RHS}} = \frac{1}{1 - \frac{dQ_{RHS}}{dQ}} = \frac{1}{1 - \frac{TRHS}{T}}$$

تمرین های فصل 3

تیمت 3.6 ، 3.7 ، 3.8 (فصل 3 فقط)

3.5.4 - 3.5.1 - 3.4.10 - 3.4.12 - 3.4.5 - 3.3.3 - 3.3.1

3.9.17 - 3.9.16 - 3.9.9 - 3.9.4 - 3.9.1

تمرین های فصل 4

4.5.9 - 4.5.5 - 4.5.4 - 4.4.2 - 4.4.1 - 4.2.4 - 4.1.2

4.7.4 - 4.6.10 - 4.6.9 - 4.6.8 - 4.5.18 - 4.5.12

فصل 5 کالین برابر با تبدیلات لژاندر در کتاب میلانی زیاد را بخوان