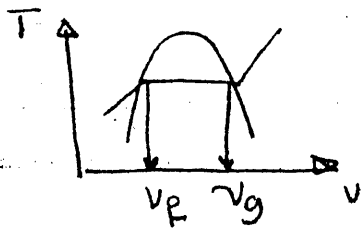


جزوه ترمودینامیک کنکور کارشناسی ارشد

استاد : دکتر طاهری

(قسمت سوم)

روابط و فرمول‌های مختلفی : تعادل‌ها / روابط ترمودینامیکی



با افزایش T و P و v کاهش می‌یابد

$$v_g - v_l = v_g - v_l$$

بجای شیب : بجاری است که با یک قطره مایع در تعادل است

تعریف نقطه بحرانی : $v_g = v_l = 0$ یعنی فاز بخار و مایع یکسان می‌شود

$$h_g = h_l \rightarrow h_g - h_l = 0 \quad s_g = s_l \rightarrow s_g - s_l = 0$$

در نقطه بحرانی مایع اشباع و بخار اشباع خواص یکسانی دارند

تعریف های نقطه بحرانی : در نقطه بحرانی گرما می‌نماند تغییر ضوابط است ، تغییر در فشار ثابت

وجود ندارد (تفانقعه) ، بالاترین دما و فشار است که در آن تعادل بخار و مایع وجود دارد. بعد از نقطه بحرانی تعادل مایع و بخار نداریم

$$T < T_c \rightarrow T < T_c$$

$$T > T_c \rightarrow T > T_c$$

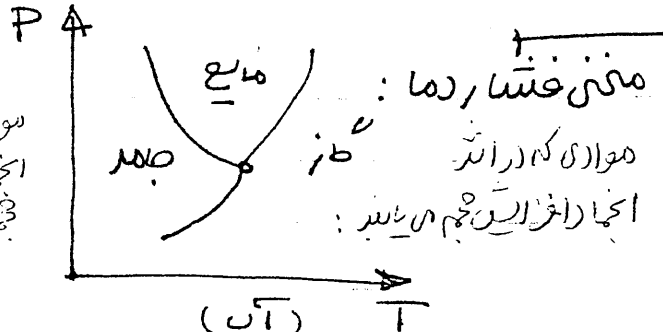
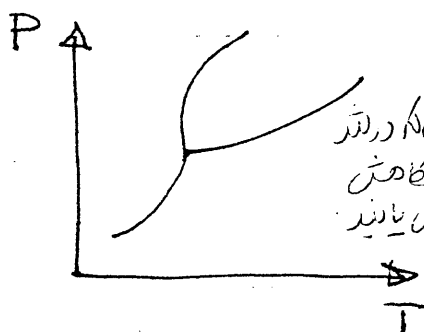
تغییر \rightarrow افزایش حجم ماده / با افزایش دما و v کاهش می‌یابد

* مضرک صلب \rightarrow حجم ثابت و جرم از جنس خاص می‌شود \rightarrow حجم ویژه ثابت است

$v < v_c$ \rightarrow مایع به مایع نزدیک شویم \times کاهش و مایع افزایش می‌یابد

$v > v_c$ " " " " \times افزایش " کاهش "

توجه : $T > T_c$ $P > P_c$ گاز در لوله در لوله کولنر بسیار داریم



$$\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_P = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v \rightarrow \boxed{\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{T \Delta v}}$$

$$H^S - H^L < 0 \quad \text{برای آب}$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{H^S - H^L}{T(v^S - v^L)}$$

برای آب و فرآیند

تغییر یا آب : \rightarrow

$$H^S - H^L < 0$$

$$v^S - v^L < 0$$

$$T > 0$$

$$\Rightarrow \frac{dP}{dT} < 0$$

برای آب یا هر ماده دیگری که

تغییرات رخ می‌دهد افزایش حجم پیدا کند

تغییر مایع تعادل جامد - مایع منفی است

مشخصات نقطه نه گانه : 0.6113 kPa و 0.01°C

محاسبه خواص مخلوط با کیفیت x : $M = x M_g + (1-x) M_f$

$M = x (M_g - M_f) + M_f$

و $M = M_f + x M_{fg}$

* به مثال ۱۸ صفحه ۱۸ توجه شود: فرآیند احتراق آب در حالت ثابت است.

۲

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \rightarrow \boxed{\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{T\Delta V}}$$

معادله کلاسیرون

از معادله کلاسیرون می توان برای محاسبه دماهای نمان هر تغییر فاز استفاده کرد.

$$\boxed{\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)}$$

معادله
کلازیونس-
کلاسیرون

→

$$h = h(T, P)$$

$$dh = C_p dT + \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \right] dP$$

$$\left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P = C_p, \quad \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P = \frac{C_p}{T}$$

$$u = u(T, P)$$

$$du = C_v dT + \left[T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P \right] dV$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_V = C_v, \quad \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V = \frac{C_v}{T}$$

→

تعبیرات S، V و h بر حسب P:

$$\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T = V [1 - \beta T]$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial P}\right)_T = -V [\beta T - kP]$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\beta V$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial P}\right)_T = 0$$

اگر سیال تراکم ناپذیر باشد: $\beta = k = 0$
در سیالات تراکم ناپذیر آنهایی تابع فشار راست و
آنهایی و اثر آن در فصل تابع فشار نیست.

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = 0$$

ولی در گازها و ایده آل آنهایی تابع فشار راست
و آنهایی تابع فشار نیست (فقط تابع دماست).
ترمو / اول / ضد

$$\left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T = V$$

$$\left[\frac{\partial C_p}{\partial P} \right]_T = -T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P \quad * \text{ اگر } P \text{ محاسب } T$$

درجه یک بود C_v تابع
حجم نیست

$$\left[\frac{\partial C_v}{\partial V} \right]_T = T \left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2} \right)_V$$

* در گازها اینها آل C_p ، C_v فقط تابع دما است

$$C_p - C_v = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P^2 \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T = \frac{\beta^2 T V}{\kappa} \quad \textcircled{I}$$

$$\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \quad \kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

شماره 1، رابطه \textcircled{I} :

1) $C_p > C_v$ (2) در صورتی که $C_p = C_v$ (3) اگر $C_p = C_v$ در 4°C

5) اگر $C_p = C_v$ در 6°C (6) اگر $C_p \approx C_v$ در 7°C

$$\left. \begin{array}{l} PV = RT \\ P(V-b) = RT \\ (P+a)V = RT \\ (P+a)(V-b) = RT \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} C_p - C_v = R \quad (7) \\ \left(\frac{\partial C_v}{\partial V} \right)_T = 0 \\ \left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = 0 \end{array}$$

1) $\gamma = 1.54$ ، $C_v = \frac{5}{2}R$ ، $C_p = \frac{7}{2}R$: برای هوا
 $\gamma = 1.33$ ، $C_v = \frac{3}{2}R$ ، $C_p = \frac{5}{2}R$

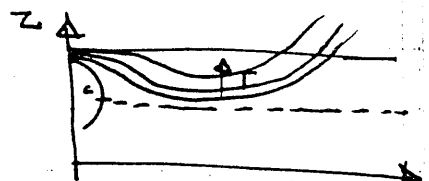
گاز ایده آل: $Z = 1$, $M_{j+} = 0$, $\alpha = 0$ و سایر C_v, C_p, H, U تابع دما است.
 $\alpha = \nu_{Ideal} - \nu_{Real}$

سبب ویریل: $Z = \frac{PV}{RT} = 1 + B'P + C'P^2 + D'P^3 + \dots$

B' : ضریب دوم ویریل $B'P$: خط گرانش بین دو مولکول.

$Z = 1 + \frac{B}{V} + \frac{C}{V^2} + \frac{D}{V^3} + \dots$

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



در فشار ثابت: $\uparrow T \rightarrow \uparrow Z$ (با \leftarrow)

در دما ثابت: $\uparrow P$ ابتدا Z از یک عددی کمتر از یک شروع می‌کند.

بیشترین انحراف برای گازها از گاز ایده آل در نقطه بحرانی.

* اصل حالات متناظر برای آمتری: T_r و P_r یکسان Z یکسان دارند.

$Z_c = 0.27$ → معنی عمومی ضریب تراکم پذیری

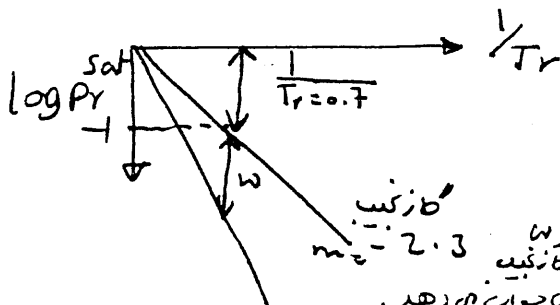
$Z_c = 0.23 - 0.33$

اصل حالات متناظر سه پارامتری: ω : ضریب انحراف

$\log P^{sat} = a' - \frac{b'}{T^{sat}} \rightarrow \log P^s = a \left(1 - \frac{1}{T^s}\right)$

اصل حالات متناظر سه پارامتری صادق بود تمام موارد فقط یک خط باشند.

$\omega = -1 - \log(P_r^{sat})_{T_r=0.7}$



$\omega = 0$: گاز خنثی

بسیار: $Z = Z^0 + \omega Z^1$

اصل حالات متناظر سه پارامتری: T_r و P_r و ω یکسان Z یکسان است. کم قطب جویان در دما.

$Z = 1$ $P = 0$

مفهوم ω بویک:

$\left(\frac{\partial Z}{\partial P}\right)_{P=0} = 0$

تیب ممکن ضریب تراکم پذیری وقتی $P \rightarrow 0$ برابر صفر.

زمانی که ضریب دوم ویریل برابر صفر است.

زمانی بویک $\alpha = 0$

ترجمه/اولی/اصل

$$Z = 1 + \frac{B}{V}, \quad Z = 1 + B'P \quad \Rightarrow \quad \alpha = -B = -B'RT$$

$$B = (V^{Real} - V^{ideal})$$

توجه:

$$\alpha = - \frac{RT}{P} (1 - Z) = - \frac{RT}{P} \left(\frac{dZ}{dP} \right)$$

$$P \rightarrow 0 : \alpha = - \frac{RT}{P} \left(\frac{dZ}{dP} \right)_{P \rightarrow 0} = 0 \quad \alpha = 0 \text{ فقط در همان بویل}$$

فهمی های بویل

های بویل تنها زمانی است که $P \rightarrow 0$ $\alpha = 0$ (تقریباً)

$$(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT \quad Z = 1 \text{ (تقریباً)}$$

برای دیدن رشتن حجم مولکولها \rightarrow
 برای تصحیح حجم مولکولها \leftarrow

$$(P + \frac{n^2 a}{V^2})(V - nb) = RT \quad \text{برای n بویل}$$

معادله واندروالس: $T < T_c \rightarrow$ دو نقطه \rightarrow $T = T_c$ یک نقطه \rightarrow $T > T_c$ هیچ نقطه \rightarrow \leftarrow $\nu_c = \nu_1 = \nu_2 = \nu_3$ \leftarrow 24 آمپون و یک صفتی

مطابق a و b معادله واندروالس:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_C = 0$$

$$\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2} \right)_C = 0$$

$$a = \frac{27}{64} \frac{R^2 T_c^2}{P_c^2}$$

$$b = \frac{8}{3} \frac{V_c}{P_c} \quad b = \frac{RT_c}{8P_c}$$

گاز واندروالس	$Z_c = 0.37$	$T_B = 3.3 T_c$	$\leftarrow T_B = \frac{a}{bR}$
ردیانت کوانت	$Z_c = 0.29$	$2.9 T_c$	
سنتی عرض ضریب تراکم پذیر	$Z_c = 0.27$	$2.5 T_c$	

* اگر معادله واندروالس را بصورت خط ویران در آوریم:

$$B = b - \frac{a}{RT}$$

$$T_B = \frac{a}{bR}$$

$B = 0 \rightarrow$ های بویل معادله واندروالس نیست \leftarrow \leftarrow

$$\left[\frac{\partial h}{\partial P} \right]_T = \bar{V} - T \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial T} \right)$$

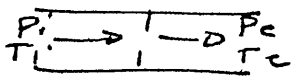
$$\left[\frac{\partial \bar{V}}{\partial T} \right]_T = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V - P$$

سؤال: چه زمانی از رابطه $du = c_v dT$ برای میسبه u استفاده می‌کنیم: $\frac{du}{dT} = c_v$
 ۱. در تمام فرآیندهای حجم ثابت (۲) $v_i = v_f$ ۳. فرآیندهای ایزوال (۱) $\frac{du}{dT} = c_v$
 ۴. $\beta, k = 0$
 $dv = 0$

x مثال صفت بیاروهم

فرآیند احتساق: جدل

فرآیندی است که در طی آن فشار سیال را به شکل آن کاهش دروهم



$$h_i = h_e$$

$$P_i > P_e$$

$$v_i < v_e$$

$$P_i > P_e$$

$$v_i < v_e$$

$$E_{k,i} < E_{k,e}$$

احتساق فرآیندی بازگشت ناپذیر است و با افزایش آنتروپی همراه است

نقطه $\Delta h = 0 \rightarrow T_i = T_e$ (فرآیندهای ایزوال)

ضریب ژول تامسون:

$$\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_h$$

$\mu_{JT} > 0$ $\frac{\partial P < 0}{\text{همواره فشار کاهش}} \rightarrow \Delta T < 0$ دما کاهش می‌یابد و گاز سردتر می‌شود. فرآیند احتساق سردتر می‌شود.

$\mu_{JT} < 0$ $\frac{\partial P < 0}{\text{همواره فشار کاهش}} \rightarrow \Delta T > 0$ دما زیاد می‌شود.

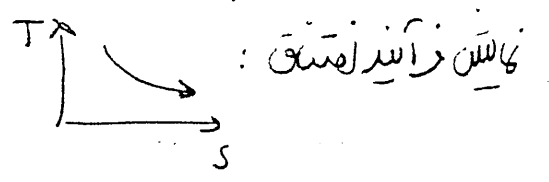
$\mu_{JT} = 0 \rightarrow \Delta T = 0$ دما ثابت می‌ماند.

محاسبه ضریب ژول تامسون:

$$dh = 0 \rightarrow \mu_{JT} = \frac{[v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_P]}{\alpha P}$$

* مثال صفت ۳

$$P(v-b) = RT \rightarrow \mu_{JT} = -\frac{b}{c_p} < 0$$



توجه: اول صفت

درجه آزادی: تعداد کمیت‌های مستقل از جرم مورد نیاز با تعیین خواص سیستم را

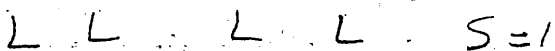
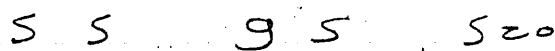
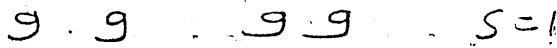
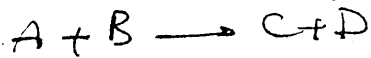
$$F = 2 - \pi - r - S + N$$

تعیین کنیم

S: محدودیت: اطاعات اضافی سیستم: آزوتروپ،



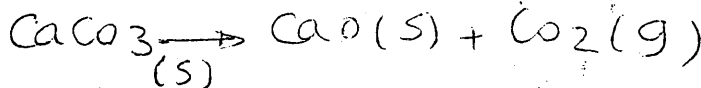
r: واکنش رفت و برگشتی بین واکنش محسوب می‌گردد.



یکی از خواص گاز ایده آل را در آنجا داشته باشیم بقیه بدینست می‌آید
گازهای ایده آل قانون گاز را نقض می‌کنند.

حالا محدودیت نیست باید دقیقاً فشار معین گردد.

X=1 یا Y=1 ← محدودیت نیست



سیستم گازی شامل: $CH_4, H_2O, H_2, CO_2, CO$ ← $r=2$

* یکی از خواص گاز ایده آل را در آنجا داشته باشیم بقیه را بدینست می‌آوریم

* گازهای ایده آل قانون گاز را نقض می‌کنند.

قانون اول ترمودینامیک :

بیان شماره ۱ : $\int \delta Q = \int \delta W$: قانون بقای انرژی در سیستم دمجی و به مایه گوید در تمام فرآیندها سطحی جمع جبری کار و گرما با هم برابرند.

خواص ترمودینامیکی } توابع مسیر بصورت معنی دینامیک مدنظر در $\int \delta Q = Q_2 - Q_1$
 توابع حالت بصورت یک نقطه روی نمودار دینامیک $\int dh = h_2 - h_1$

* گاما و کار قابل ذخیره شدن در سیستم نیستند.

توابع مسیر جزء خواص سیستم محسوب نمی شوند. اما توابع نقطه ای جزء خواص سیستم هستند.



بیان شماره ۲ : $\Delta E = \delta Q - \delta W$

$$\Delta (U + E_p + E_k) = Q - W$$

بیان شماره ۳ :

$$\Delta U = \delta Q - \delta W \quad (U \gg E_p \text{ و } E_k)$$

بیان شماره ۴ : $\Delta E_{sys} + \Delta E_{surr.} = 0.0$

" " ۵ : $\Delta U_{sys} + \Delta U_{surr} = 0$

مقایسه کار و گرما : کار شکل بارزش انرژی است.

سیستم بسته : روابط نوشته شده برای سیستم های بسته است.

سیستم انزوله : نه ورود و خروج جرم دارد و نه ورود و خروج انرژی.

قانون اول برای سیستم های باز :

$$Q - W = m_2 (U_2 + E_{p2} + E_{k2}) - m_1 (U_1 + E_{p1} + E_{k1}) + m_e (h_e + E_{pe} + E_{ke}) - m_i (h_i + E_{pi} + E_{ki})$$

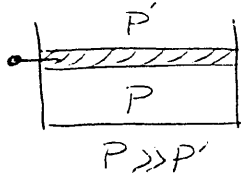
اگر با سیستم های مثل توربین، پمپ، کمپرسور، شیر احتیاق، لوله، شیبدره و نازک و ... سروکار داریم :

$$Q - W = m_e (h_e + E_{pe} + E_{ke}) - m_i (h_i + E_{pi} + E_{ki})$$

$$Q - W = \Delta H + \frac{\Delta V^2}{2g_c} + \frac{g}{g_c} \Delta Z \quad m_e = m_i$$

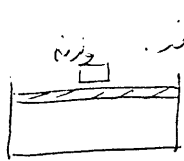
$$E_2 = E_1$$

بازگشت پذیری در یک سیستم: یک سیستم زمانی برگشت پذیر است که با صرف همان مقدار انرژی تولید شده در مسیر رفت بتوانیم سیستم را به حالت اولیه برگردانیم بطوریکه شرایط محیطی تغییر صدایی نماند. (دما و فشار محیطی نباید تغییر کنند.)



مثال: سه نوع کار داریم: ۱) عمل برگردانی وزن پستون. ۲) عمل برگشت P ۳) عمل اصطکاک $W=0$ → حرکات غیر مفید →

سیستم برگشت ناپذیر: ① $W_{بازگشت} \neq 0$ $W_{رفت} \neq W_{بازگشت}$



② در تراکم سیستم دما و فشار آن می تواند شرایط محیطی تغییر کند. اصطکاک به کار تولیدی کم، کار مفید زیاد. برگشت پذیری کم → $W_{رفت} \neq 0$

نزدیک کردن این سه حالت برگشت پذیر → فرآیند کند → اصطکاک → ΔT

خواص سیستم های برگشت پذیر: ① $W_{بازگشت} = W_{رفت}$ ② در طی فرآیند محیطی را تحت تأثیر قرار نمی دهند.

③ از تقابل خارج می شوند به شبه تعادل می رسند. ④ حداکثر کار را تولید می کنند و در تراکم حداقل کار مصرف می کنند.

⑤ با بالاترین راندمان را دارند. ⑥ فقط در مسیر برگشت پذیر $W = \int P dV$

مشکل اصلی: گذر بدون، همواره عوامل بازگشت ناپذیر هست.

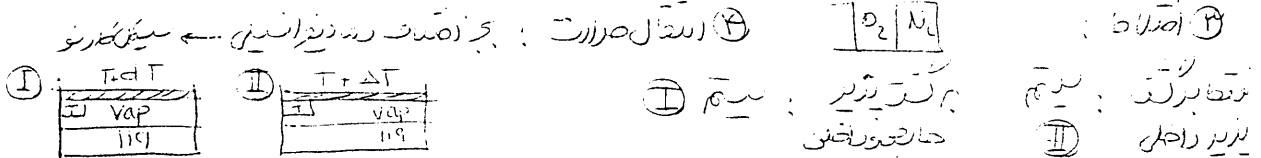
* فرآیندهای برگشت پذیر را می توان روی نمودارهای $P-V$ نشان داد.

عوامل بازگشت ناپذیری در یک سیستم:

ظرف آزاد

① اصطکاک ② انبساط آزاد: همواره بازگشت ناپذیر. $W_{رفت} = 0$ $W_{بازگشت} \neq 0$ $\Delta U = Q - W$

$\Delta U = 0$ → در انبساط آزاد همواره انرژی داخلی ثابت می ماند. اگر ظرف آزاد باشد در حالت تعادل می ماند.



محاسبه کار:

① فرآیند ایزوترمال، ریبورسبل، طرحی ایده آل:

$$W = RT \ln \frac{P_1}{P_2} = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W = nRT \ln \frac{P_1}{P_2} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = P_2 V_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

* در وقتی که به هیچ وجه n را حساب نکنند.

$$P(V-b) = RT \xrightarrow{\text{ایزوترمال}} W = RT \ln \frac{V_2 - b}{V_1 - b} = RT \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$\rightarrow Z = 1 + B'P \xrightarrow{\text{ایزوترمال}} W = RT \ln \frac{P_1}{P_2}$$

نرمو/اول/دست

$$W = -\Delta U = -C_v \Delta T$$

$$\begin{cases} C_p - C_v = R \\ \frac{C_p}{C_v} = \gamma \end{cases}$$

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{R\gamma}{\gamma-1} \\ C_v &= \frac{R}{\gamma-1} \end{aligned}$$

Ⓜ آدیباتیک و rev

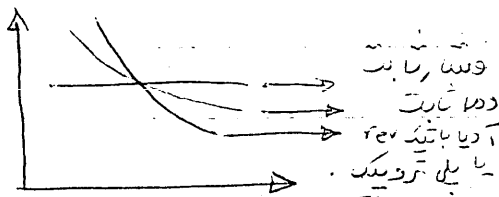
$$\gamma_{air} = 1.4$$

$$W = \frac{R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1} = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1}$$

$$P V^\gamma = cte \quad P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

* فرآیندهای ایزوترم در انبساط نسبت به آدیباتیک کار بیشتری تولید می کنند به واقع مشابه می توان دید گرفت و آینه های ایزوترم در تراکم کار کمتری مصرف می کنند (نسبت به آدیباتیک)



کمترین سوورها: تعداد واحد را آنقدر زیاد کنیم که دمای خروجی تمام واحد کمتر از 250

$$W = W_I + W_{II} \quad Q = 0 \text{ "زمن کم"}$$

$$W_I = h_i - h_x \quad W_{II} = h_i - h_e$$

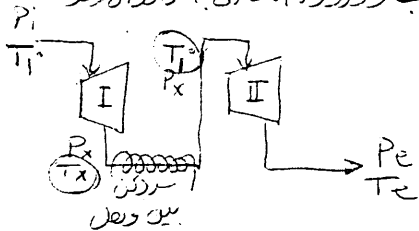
* گاز ایده آل: فقط تابع دما

$$W_T = C_p(T_{II} - T_x) + C_p(T_{II} - T_e)$$

دماها را با روابط

فشار و دمای متوسط هندسی فشار
حرفی و ورودی که مصرفی به حداقل می رسد

$$P_x = \sqrt{P_i P_e} \quad \frac{P_x}{P_i} = \frac{P_e}{P_x}$$

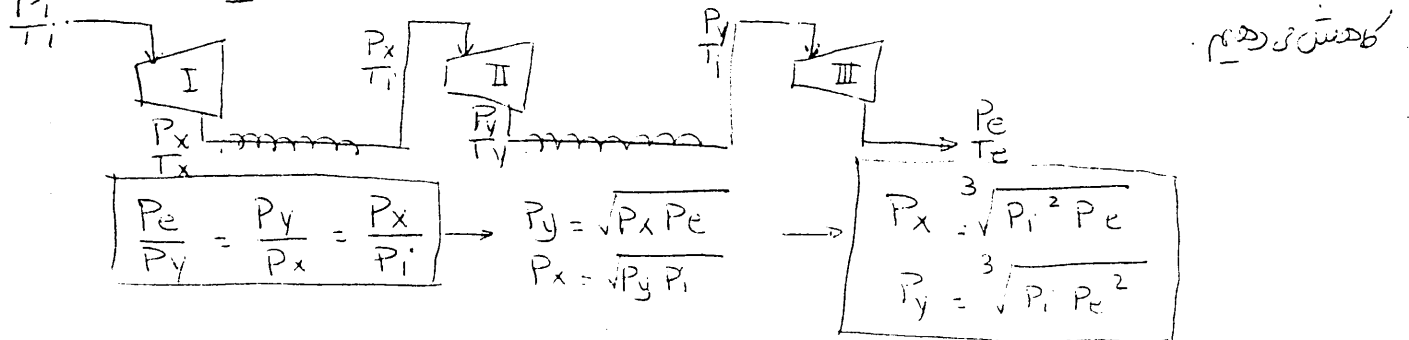


کار مصرفی کم سوورها را حداقل است که نسبت تراکم در تمام واحد برابر باشد

عدت رصن کم سوور صیدرطه ای: راندمان ↑، کار مصرفی ↓، کاهش دما

ترتیب کردن فرآیند به طوری که دما

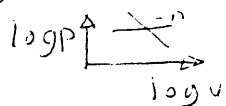
با صیدرطه ای ساختن کار مصرفی را حداقل، حجم رتبه را کاهش، بازده کل را افزایش و قیمت رتبه ها



۳

اصناف دما

۳) فرآیندهای پلی تروپیک : فرآیندهای برگشت پذیری که توان با انتقال حرارت بوده و در آن دما موزار



$PV^n = c \text{ (const)}$ است. $\log P = -n \log V + \log c$

* کام روابط فرآیند آدیباتیک را برقرار صدق است.

$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}$, $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1}$, $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^n$

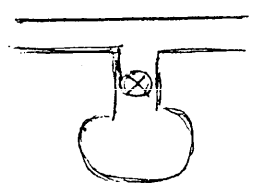
$W = \frac{RT_1 - RT_2}{n-1} = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{n-1}$

$n = \infty$ ← حجم ثابت
 $n = \gamma$ ← فشار ثابت
 $n = 1$ ← دما ثابت
 $n = \infty$ ← فشار ثابت
 $PV^n = c \text{ (const)}$

$W = \int P dV = P(V_2 - V_1)$

$W = 0$

۴) فرآیند فشار ثابت و پویورینگ :



$h_i = U_2$
 $\Delta T_i = T_2$

در این رابطه
 دما دما مطلق

گاز ایده آل را عوارر مغز خالی می کنیم

۱) آدیباتیک

۲) مخزن در ابتدا خالی

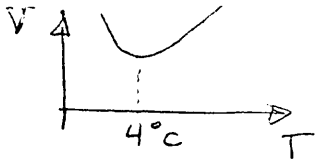
۳) گاز ورودی ایده آل

۴) از انرژی پتانسیل و جنبشی هم رونق گرفته است.

شکل ص ۱۸

خواص سیالات: $\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ واحد عکس دما (مطابق)

برای تمام سیالات: $\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ خواص عکس فشار



برای تمام سیالات $\beta > \kappa$.
برای تمام سیالات $\beta > \kappa$ است. $\beta > \kappa$ است. $\beta > \kappa$ است. $\beta > \kappa$ است.

$T < 4^\circ C \rightarrow \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P < 0 \rightarrow \beta < 0$
 $T > 4^\circ C \rightarrow \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P > 0 \rightarrow \beta > 0$

β همواره + است
 κ همواره + است
 برای یونی تمام سیالات با افزایش فشار، کاهش حجم دارند

$dv = \beta dT - \kappa dp$
 $\int dv = \int \beta v dT - \int \kappa v dp$

$\kappa > 0 \leftarrow \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_T < 0$

این گونه سیالات را تراکم ناپذیر می نامند. $dv = 0 \leftarrow \kappa = 0, \beta = 0$

توجه: $\frac{\beta}{\kappa} = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$

$\frac{\beta}{\kappa} = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$

میزانها: $\left\{ \begin{array}{l} \beta = \frac{1}{T} \\ \kappa = \frac{1}{P} \end{array} \right.$

$dh = C_p dT$ ۱) ظرف زبره آل
۲) فشار ثابت (هواست)
۳) $P_2 = P_1$ (هواست)

$du = C_v dT$ ۱) ظرف زبره آل
۲) حجم ثابت (هواست)
۳) $v_2 = v_1$ (هواست)
۴) $\beta, \kappa = 0, dv = 0$
 مثال ۱ و مثال ۲

هفته اول دوره ترمودینامیک / روابط ترمودینامیک (مجموعه پر).

معادله SRK: $(P+a)(V-b) = RT$ C_p فقط تابع دما. (۲۵)

$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V(V+b)}$, $\alpha = \beta = \frac{RT}{P} - \bar{V}$ (۲۶)

$\lim_{P \rightarrow 0} V = -b + \frac{RT}{P} - \frac{a(V-b)}{PV(V+b)}$

$\lim_{P \rightarrow 0} \alpha = -b + \frac{a}{RT}$

عنق دانه‌ها.

$\Delta S = \frac{Q}{T}$ و $\Delta G = \dots$ (۲۹)

معادله حالت صلب صلب ضلع به حالت (۳۲)

رابطه به شکل اتو. (۳۴)

دکتر فرآیند انترتال ریورسبل (برشت پذیر دما ثابت) مقدار تبادل کار سیستم (۳۷)

$dA = -SdT - PdV = -PdV$

$\delta W = PdV \rightarrow -\Delta A = W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} PdV$

* اثر فرآیند جابجایی بودن بر dG در فرآیند.

$Z = 1 + \frac{BP}{RT} \rightarrow \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = \beta$ (۲۷)

$Tds = dh - vdp$, $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T \rightarrow \left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T = v - T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$

$\bar{V} \rightarrow \left(\frac{\partial \bar{V}}{\partial T}\right) = \frac{R}{P} \rightarrow \left[\frac{\partial h}{\partial P}\right]_T = \bar{V} - \frac{RT}{P} = \beta$

$\alpha = \frac{RT}{P} (1-Z)$ (۲۹)

$Z = 1 + \frac{BP}{RT}$, $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T = P$ (۴)

$dU = Tds - PdV \rightarrow \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T = T - P\left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_T$
 ماکول $\left(\frac{\partial V}{\partial S}\right) = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V$

$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T = T - P\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V$

دو فرآیند انبساط آزاد: $W=0, \Delta V=0, Q=0, \Delta G < 0, \Delta S > 0$ (۴۳)

$dh = Tds + vdp$, $P = cte \Rightarrow dh = Tds \Rightarrow h_{fg} = T\Delta s$ (۴۴)

$\frac{h_{fg}}{T_{sat}} = cte \rightarrow T = cte$ (رابطه)

ترمودینامیک / مسیبت / اول به بنابر این تابع فشار است و در هر فشاری مقدارش ثابت است.

$$dG = -SdT + Vdp$$

(۴۵)

در این ترم دما و فشار ثابت است لذا $dG = 0$

از داده های جدول در نقطه صلب کرده و مناسبت ها بگیریم (۴۸)

دسته اول دوره نیک / تقویم اول ترمودینامیک / نوبت دوم / هر دو

(۱۳) بطور کلی وقتی گفته شده 2 kg 2 mol و ... توپ شود که رویا کرده به ازای واحد جرم حساب بشود.

(۱۴) ΔU برای گاز ایده آل در فرآیند برگشت پذیر:

$$\left. \begin{aligned} \Delta U &= C_V \Delta T \\ PV &= RT \\ C_V &= \frac{R}{\gamma - 1} \end{aligned} \right\} \rightarrow \Delta U = \frac{1}{\gamma - 1} (\Delta PV)$$

$$R = 1,987 \frac{\text{Btu}}{\text{lb mol } ^\circ\text{R}}$$

(۱۵) اگر گاز در یک سطح آدیاباتیکی انجام بشود دما باید کاهش یابد.

$$Q - W = m_e (h_e + \frac{V_e^2}{2g_c}) - m_i (h_i + \frac{V_i^2}{2g_c}) \quad (۱۶)$$

$$Q - 40961 = 1600 \left[\frac{1000^2}{778 \times 2 \times 32.17} - \frac{100^2}{778 \times 2 \times 32.17} \right]$$

$$+ m_i (h_i - h_e) \quad \rightarrow T_i = T_e \rightarrow h_i = h_e$$

$\rightarrow a \checkmark$

$$1 \text{ Btu} = 778 \text{ ft} \cdot \text{lb} / \text{f}$$

$$g_c = 32.17 \frac{\text{lbm} \cdot \text{ft}}{\text{lb} \cdot \text{f} \cdot \text{s}^2}$$

(۱۷) در فرآیند برگشت پذیر دما ثابت است $T = c = T_e$ و $\Delta U = 0$ و $Q = W = \int P dV$ (۱۷)

$$Q = m C_p \Delta T \quad \Delta U = m C_V \Delta T \quad \rightarrow \quad \frac{\Delta U}{Q} = \frac{C_V}{C_p} \quad (۱۸)$$

$$Q - W = h_e - h_i \quad \eta = \frac{W_{net}}{W_{in}} = \frac{h_i - h_{es}}{h_i - h_e} = \frac{C_p (T_i - T_{es})}{C_p (T_i - T_e)} \quad (۱۹)$$

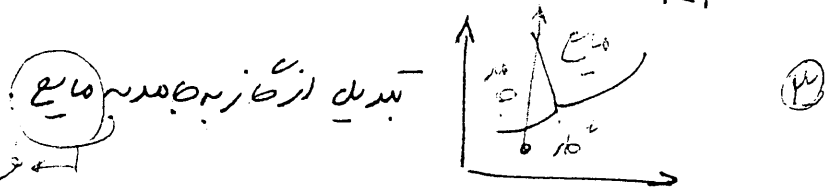
$$\rightarrow \eta = \frac{T_i - T_{es}}{T_i - T_e} \quad \left(\frac{T_{es}}{T_i} \right) = \left(\frac{P_{es}}{P_i} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \rightarrow T_{es} \checkmark \rightarrow T_e /$$

(۲۰) $R = 8.314$ و γ به ازای گاز در اتم ها همیشه یک عدد است و در مولکول ها بیشتر (۲۰)

معمولاً $\frac{J}{kg}$ از واحد استفاده می کنند

حقیقت اول دغره تبدیل / خواص حجمی بریدن / فصل نشویم / کتاب دکترا قری

(۱) $Z = \frac{PV}{RT}$ برای گازها حقیقت بریده آن صاف است



(۳) $\rho = \frac{P}{RT} \rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2} \rightarrow \rho_2 \checkmark$

(۴) ρP تبدیل بخار به مایع اشباع چون T دمای همگن است

(۵) $\left(\frac{\delta P}{\delta V}\right)_{T_c} = \left(\frac{\delta^2 P}{\delta V^2}\right)_{T_c} = 0$

(۶) یک طرف صلب محتوی مایع و بخار اشباع در دمای همگن در حجم و توده ثابت ماند و حرارت دهنده باعث افزایش دما گردد و T و P هم افزایش یافته و لا سبکی به بیشتر یا کمتر بودی از صلا دارد.

(۷) معادله واندر ووالس جزء معادلات حالت عمومی بوده که در شرایط مختلف و فشار و دما (Tr و Pr) هم و هم خاصه Z یکسان دارند.

(۸) بر طبق ردیون کونینگ و واندر ووالس Z برای هم مولد مقدار ثابت و یک

(۹) و ط معادله واندر ووالس همواره مقایسه ثابت است

(۱۰) $\ln \left(\frac{P}{P_c}\right) = \ln \left(\frac{P_r}{P_c}\right) + \ln \left(\frac{P}{P_r}\right)$ بنا بر این بخار باقی ماند جهت بخار دهنده بود.

(۱۱) تمام مایع خارج شده بنا بر این تمام مولد لاف خون بخار است که بر آن حساب می گردد.

(۱۲) $\ln = -1 - \log Pr^s \rightarrow -0.2 = -1 - \log Pr^s$

$\log Pr^s = -0.8 \rightarrow \frac{P^s}{P_c} = \checkmark \rightarrow P^s \checkmark$

صفحة اول دوره نبال / قانون اول ترمودینامیک / آنتالپی در جریان

(۴۳) افت و شیب جریان آب درون یک لوله افقی تماماً صاف موجب کاهش آنتالپی می شود:

$$Q = \dot{m} \left(h_i + \frac{V_i^2}{2} \right) = \dot{m} \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} \right) \rightarrow P_e < P_i \Rightarrow$$

$$V_e > V_i \Rightarrow h_e < h_i$$

(۵۰)

(۴۶) ؟ (۵۸) ؟

(۵۴) مایع در یک لوله افقی در حال حرکت است $P = \Delta U$ ؟

$Q = \dot{m} h + \Delta U$ $Q = 0$ چون کار انجام شده ناه افراشته یافتن $\Delta U = 0$

فصل اول / مبحث اول / فصل اول / مبحث اول

هدیه دوم روز تدریس /

تاریخ اول ترم / تاریخ اول / رسمیه یور /

43 لغت فضا رحمان آن را اول کند، افعی کاملاً عایق مویز کاوش آن تایی آن در شتر

47 ؟

50 ؟

51

54 اگر مایع با دانسیته ثابت در شلای Adia. تحت فشار قرار گیرد تا ثابت در مانده

48

58 دین در هم (نیون) در مغلده می تواند تغییر کند

61 ✓

41 ✓

44 * اگر گاز از این که مایع فشار در دمای ثابت به افت یافت
 * ظرفیت آن: لا تابع P بدت
 * ظرفیت واقعی: لا چون مستقیم و تغییر در دمای ثابت
 * برای تابع لا با تغییر در دمای ثابت

49 ✓

48 گاز نیتروژن در غایت اصدیق را می توان ظرفیت در آن در نظر گرفت

70

در اثر عبور سیال از حقیق از یک شمع فضا شکن دمای گاز کاهش می یابد

71 ✓

49 ✓

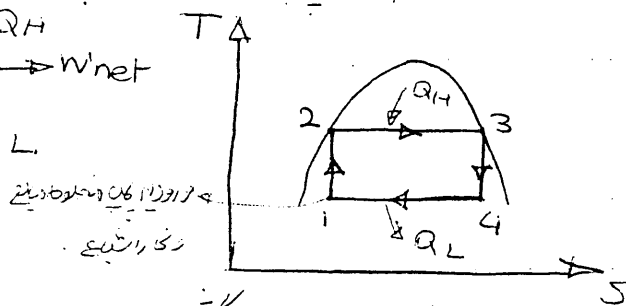
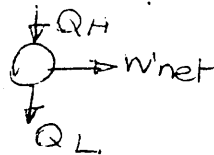
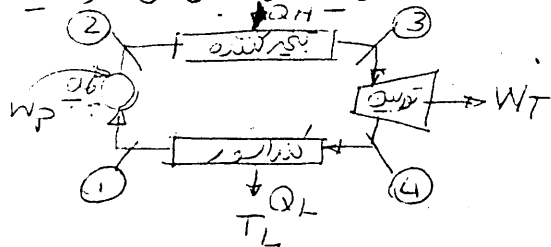
$$\Delta U = -W = - \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{K-1}$$

$$\Delta U = (P_2 V_2 - P_1 V_1) = - (\quad) \rightarrow K = \frac{1+B}{B}$$

روابط و فرمول های حقیقی: قانون دوم ترمودینامیک

موتور حرارتی: مجموعه ای از دستگاه های فزاینده ایست که از ماگهای گرم و درجه ای آن کار تولید کنند

فصلی از کاروتورین را می بیند و هدفش کار حاصل است.



$$\eta = \frac{W_{net}}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

* با آن آرایش رانندگی - سیکل برنلیت پذیر

* موتور حرارتی برنلیت پذیر - موتور حرارتی کارنو * یک سیکل زمانی برنلیت پذیر است که تمام فرآیندهای آن برنلیت پذیر باشند

$$\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$$

* سیکل کارنو ΔS و ΔT * سیکل کارنو * چون $T_L < T_H$ و می توانیم به صورت کلی هم رانندگی ۱۰۰٪ ندارد

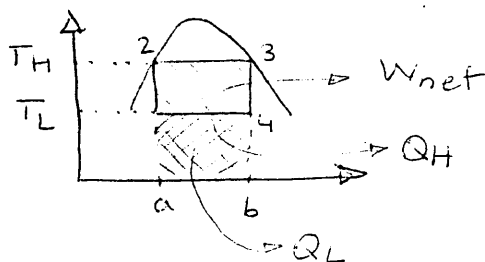
* نمایش سیکل کارنو روی مبنای T-S مستطیلی است. اگر در سیکل کارنو از گاز ایده آل استفاده می کنیم مبنای های H-S و U-S هم مستطیلی است که هم امکان ندارد. چون گاز ایده آل فقط تابع دما است

در آنجا: $Q = \Delta H_{vap}$

$$\Delta S_{2-3} = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{Q_H}{T_H} \Rightarrow Q_H = T_H \Delta S_{2-3}$$

چون برنلیت پذیر است مساوی شده

$$Q_L = T_L \Delta S_{4-1}$$



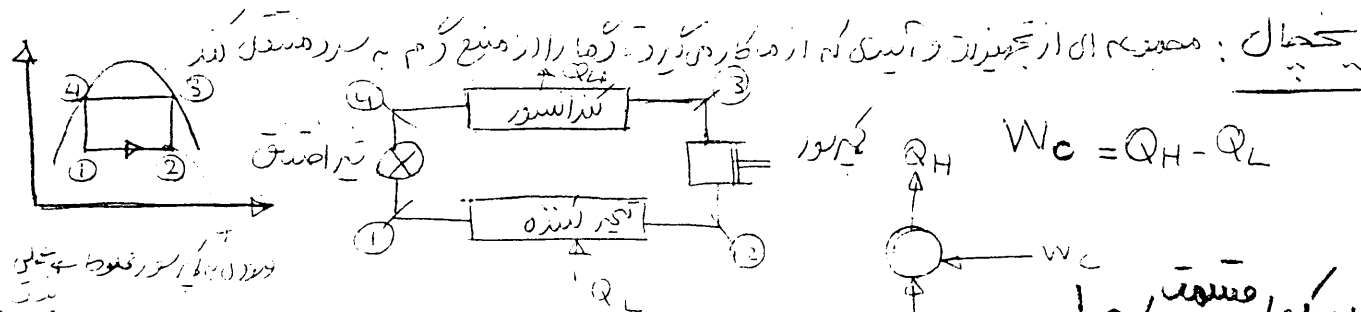
(کلاً برنلیت پذیر)

* کار حاصل سیکل کارنو مساوی مساحت سیکل است. هر بار که بعد از این مساحت سیکل بزرگ تر شود $\eta \uparrow$

قضایای سیکل کارنو: ① تمام موتورهای بین دمای یک رانندگی ۱۰۰٪ بین تمام موتورهای بین T_H و T_L کاروتورین

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad \text{②}$$

* رانندگی سیکل کارنو به نوع ریال فصل سیکل ندارد و فقط تابع دمای منبع گرم و منبع سرد است



$$W_c = Q_H - Q_L$$

ترمودینامیک / دوم / فصل / ۱

$$COP = \beta = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} \xrightarrow{\text{کارو}} \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

$$0 < \beta < \infty$$

* کجالت برلست نذیر ← کجالت کارنو
(2T > 2S)



* فرایند اصدای ← برلست نذیر
* $M_{T+} > 0$ (کجالت)

* جهت سیکل ← تلواری صراحتی
جهت سیکل یا در سگند ← کجالت صر



نزدت توربین به شتر اصدای: $W_{\text{توربین}} \neq 0$
نزدت توربین به شتر اصدای: $W_{\text{توربین}} = 0$

* اگر در یک سیکل ترمیمی هدف گرمایش باشد نه سرمایش (هدف اصل انتقال Q_H باشد نه Q_L) در این صورت سیکل را این چارای می نامیم.

$$\beta' = \frac{Q_H}{W_c} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{T_H}{T_H - T_L}$$

$$\boxed{\beta' - \beta = 1} \quad 1 < \beta' < \infty$$

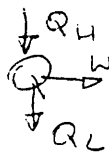
ضریب عملکرد این چارای در دانه برابر است با β'

* اگر $\beta < \beta_c$ ← ممکن نیست و برلست نذیر
 $\beta > \beta_c$ ← غیر ممکن است
 $\beta = \beta_c$ ← ممکن است و برلست نذیر

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_H = h e \theta \\ Q_L = T_L \Delta S \end{array} \right.$$

مثال ص ۲۳ (مثال اول)

مثال ص ۲۴ (۱۴۹)



قانون کولین بیانک: در موتور هذاتوره ای صراحتی است و نه مایه تولید: $\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$
که توان هذاتوره حرارتی است که گرمای Q_H را بگیرد و بدون تباین صراحت با منبع دیگری کار تولید کند یعنی Q_L نمی تواند صفر و η نمی تواند ۱ باشد

قانون کلازیولس: در مورد کجالت صراحتی است و نه مایه تولید بدون صرف کار نمی توان گرمای از منبع سرد به منبع گرم منتقل کرد یا W_c در کجالت هیچ صفر نخواهد بود یعنی نمی توان کجالتی را ساخت که با ضریب عملکرد α کار کند.

بیان کلازیولس: در تمام فرایندهای سیکل $\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$ (مساوی بر کارنو)

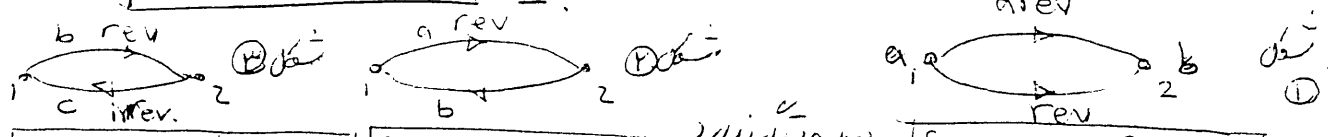
$$\left\{ \begin{array}{l} \oint \delta Q = Q_H - Q_L \neq 0 \\ \oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0 \end{array} \right. \text{موتور صراحتی} \quad \left\{ \begin{array}{l} \oint \delta Q = Q_H - Q_L < 0 \\ \oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0 \end{array} \right. \text{کجالت}$$

$\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$ ← ممکن و برلست نذیر
 $\oint \frac{\delta Q}{T} < 0$ ← ممکن و برلست نذیر
 $\oint \frac{\delta Q}{T} > 0$ ← سیکل غیر ممکن

آنتروپی :

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T}$$

فقط در فرآیند برگشت پذیر

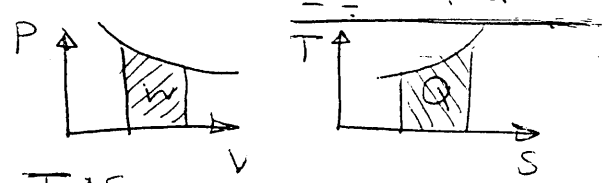


$$\int_2^1 \frac{\delta Q}{T} |c| - \int_2^1 \frac{\delta Q}{T} |b| < 0 \quad \left| \quad \frac{\delta Q}{T} |a| + \frac{\delta Q}{T} |b| = 0 \right.$$

$$\frac{\delta Q}{T} |a| = \frac{\delta Q}{T} |b|$$

$$\Delta S_b > \int_2^1 \frac{\delta Q}{T} |c| \quad \text{b: rev, c: irrev.}$$

$$\Delta S_c > \int \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_c$$



$$\delta Q = T \Delta S$$

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T}$$

* تفاوت دوم به ما امکان می دهد فقط تغییر آنتروپی را بین دو نقطه مشخص کنیم مقدار مطلق آنتروپی را به ما نمی دهد. مقدار مطلق آنتروپی در یک نقطه از قانون سوم ترمودینامیک بدست می آید. طبق قانون سوم ترمودینامیک آنتروپی تمام موارد صفر در صفر مطلق است.

$$du = \delta Q - \delta W$$

رابطه ترمودینامیکی :

rev : $\delta Q = T ds$

$$du = -pdv + Tds$$

rev : $\delta W = pdv$

رابطه $du = Tds - pdv$ می برگشت پذیر و نا برگشت پذیر صادق است.

$$dh = Tds + vdp$$

حداکثر کاری که می توان تولید کرد (کار مفید) بهشت پذیر

$$PdV = \delta W + \delta W'$$

یعنی سیستم و بین تولید کار در درجه دما مشخص یا صرفاً محیط کار شده.

$$ds = \frac{1}{T} [du + pdv] = \frac{1}{T} [du + \delta W + \delta W']$$

$$(\delta Q - \delta W)$$

$$ds = \frac{\delta Q}{T} + \frac{\delta W'}{T} \rightarrow ds > \frac{\delta Q}{T}$$

* $\delta W'$ درجه دما بهشت پذیر است

راه های افزایش آنتروپی : 1) دادن Q 2) قرار دادن در دما بالاتر از دما محیط (آب سرد در دما محیط سرد) 3) افزایش دما محیط (آب گرم در دما محیط سرد)

تفاوتی راه رسیدن دارد : مثلا در دما محیط سرد و دما محیط گرم

ترمودینامیک

اگر $S = S(T, P)$

محاسبه تغییرات آنترپی بصورت:

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

$\frac{C_P}{T} \leftarrow$ باسکول
 نسبت خط یوس بر مبنای ST
 عوض خط P ثابت $\frac{C_P}{T}$ است

$ds = \frac{C_P}{T} dT - \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dP$

اگر V بصورت T رابطه بدست آید آنرا در این رابطه

اگر $S = S(T, V)$

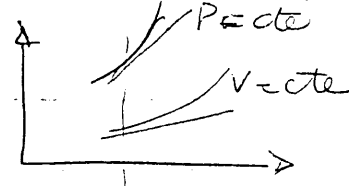
$\rightarrow ds = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T dV$

$\frac{C_V}{T} \leftarrow$

$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$

رگ P است T
 از این رابطه

$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V < \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P$
 $\frac{C_V}{T} < \frac{C_P}{T}$



* $RT \ln$ واحد انرژی دارد. با بر این آنترپی هم توانیم به شکل $RT \ln$ با تدوین $R \ln$

* توجه اگر گاز از حالت V_1 به V_2 برود و آنترپی آنترپی این گاز برابر است با $R \ln \frac{V_2 - b}{V_1 - b}$ (دروازین)

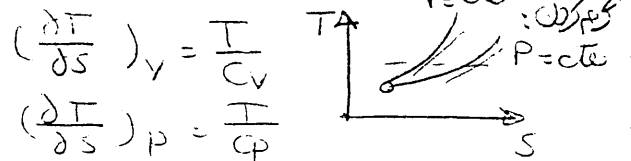
$\Delta S = C_P \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$

محاسبه تغییرات آنترپی گازهای ایده آل:

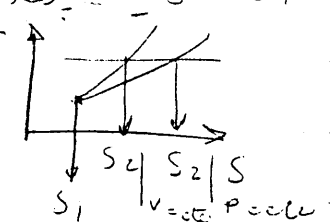
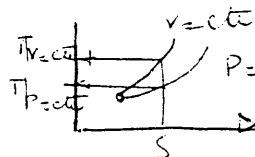
$\Delta S = C_V \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1}$

در اینجا $\frac{T}{P} < \frac{T}{C_V}$ از روی این

$\Delta S|_{P=cte} > \Delta S|_{V=cte}$ در ΔT یکسان



* ΔS همگی مثبت چون در هر دو



$\Delta S = C \ln \frac{T_2}{T_1}$
 $\Delta S = m c \ln \frac{T_2}{T_1}$

تغییر آنترپی مایعات و جامدات:

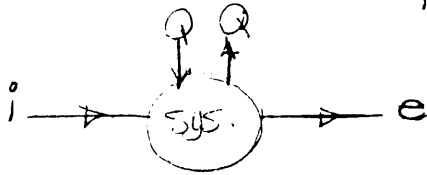
مقدار ΔS متباین شود

توجه:
 $T_{eq} = \frac{m_1 c_1 T_1 + m_2 c_2 T_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$

محاسبه ΔS سیستم و محیط

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{\Delta H_{vap}}{T}$$

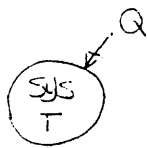
* فرآیندهای با تعریف فاز :



* فرآیندهای جریان دار :

سیستم : $\Delta S_{SYS} = m_2 S_2 - m_1 S_1$

محیط : $\Delta S_{Surr} = m_e S_e - m_i S_i \pm \frac{Q}{T_0}$



$T_0 > T$

* سیستم بسته :

$$\Delta S_{Surr} = -\frac{Q}{T_0}$$

$$\Delta S_{SYS} \geq \frac{Q}{T}$$

اصل افزایش : $\Delta S_{SYS} + \Delta S_{Surr} \geq 0$

آنترپوی (بزرگترین بین قانون دوم ترمودینامیک)

یک فرآیند همواره درجه‌ای شکل می‌گیرد که مجموع تغییرات آنترپوی سیستم و محیط بزرگتر از صفر باشد. به عبارتی دیگر فرآیندی قابل انجام است که مجموع تغییرات آنترپوی سیستم و محیط بزرگتر یا مساوی صفر باشد.

$\Delta S_{+} \geq 0$ (مساوی برای برگشت پذیر و نامساوی برای فرآیند برگشت ناپذیر است)

فرآیندهای آدیاباتی :

Adia. برگشت پذیر

$$\Delta S_{SYS} > 0$$

$$\Delta S_{Surr} = 0$$

* سیستم آنزول :

Adia. برگشت پذیر

$$\Delta S_{SYS} = 0$$

$$\Delta S_{SYS} > 0$$

یعنی درین فرآیند آدیاباتی و برگشت ناپذیر همواره آنترپوی افزایش می‌یابد

* فرآیندی جریان دار :

$$\Delta S_{+} \geq 0 \rightarrow \Delta S_{Surr} + \Delta S_{SYS} \geq 0 \rightarrow (m_e S_e - m_i S_i \pm \frac{Q}{T_0}) + (m_2 S_2 - m_1 S_1) \geq 0$$

حالت پایدار $\rightarrow m_e S_e - m_i S_i \pm \frac{Q}{T_0} \geq 0 \xrightarrow{Adia.} m_e S_e - m_i S_i \geq 0 \rightarrow \boxed{S_e \geq S_i}$

در فرآیندهای جریان دار حالت پایدار و آدیاباتی : $S_e \geq S_i$ که اگر برگشت ناپذیر باشد

$S_e > S_i$ و اگر برگشت پذیر باشد : $S_e = S_i$

کار برآورد پیرامون دین:

$$W_{rev} = m_1 (u_1 - T_0 s_1 + \frac{v_1^2}{2} + z_1 g) - m_2 (u_2 - T_0 s_2 + \frac{v_2^2}{2} + z_2 g)$$

$$\frac{(W_{rev})_{max}}{m_1} = \Phi_1$$

$$\Phi_1 = (u_1 - u_0) - T_0 (s_1 - s_0)$$

البته از آنجا که اینها در شرایط محیطی هستند، مقادیر محسوب می‌شوند. بنابراین قابلیت کار در حد کمتر گردد:

$$\Phi_2 = (u_1 - u_0) - T_0 (s_1 - s_0) + P_0 (v_1 - v_0)$$

↓
مجموعه ویژه‌ها، داخل مغز در شرایط محیطی

توجه: در دین دین، اگر دمای اولیه دین برابر دمای اولیه محیط باشد:

$$(W_{rev})_{max} = m_1 (u_1 - T_1 s_1) - m_2 (u_0 - T_0 s_0)$$

$$= A_1 - A_2 \quad T_1 = T_0$$

در این حالتی چون در دین دین که $T_i = T_0$ باشد:

$$(W_{rev})_{max} = m_i (h_i - T_i s_i) - m_e (h_0 - T_0 s_0)$$

$$(W_{rev})_{max} = m_i g_i - m_e g_e = G_i - G_e$$

مثال: هوا با فشار z_{atm} و $T_{atm} = 300 K$ و در دین دین (قابلیت کار در حد) $\eta = 0.8$ (کج)

$$T_0 = 300 K$$

$$\eta_i = \frac{(W_{rev})_{max}}{m_i} = (h_i - T_0 s_i) - (h_0 - T_0 s_0)$$

$$= (h_i - h_0) - T_0 (s_i - s_0)$$

$$= C_p (T_i - T_0) - T_0 \left[C_p \ln \frac{T_i}{T_0} - R \ln \frac{P_i}{P_0} \right]$$

← R در هر دو طرف

* مؤثر صدای کارنوبه شکل سری:

$$\eta_3 = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2$$

$$\frac{1}{\beta_3} = \frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_2} + \frac{1}{\beta_1 \beta_2}$$

$$\frac{1}{\beta_3} = \frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_1 \beta_2}$$

خطال
کپی

در مورد این خطوط فشار ثابت و حجم ثابت روی مکن

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

۷۸ ✓

۷۹ ✓

۸۲ ✓

۸۳ ✓

۸۴ ✓

۸۷ ✓

۹۳ ✓

رودخانه آهن یک دردمای ۱۲۰۰ ک و دیگری ۸۰۰ ک ، چکان ۱۲ تبدیل دارد $\Delta S \neq 0$ و فرآیند برگشت پذیر است

۹۵ ✓

$$\Delta S_1 = -10$$

$$\Delta S_2 = +20$$

* قانون گاز بولسون در فرآیند برگشت پذیر میسازد

* حد اکثر کار مفید توسط این سیستم بین دو حالت دومی است که تحول برگشت پذیر و انتقال حرارت صفر باشد

$$R = 0.287 \frac{kJ}{kg \cdot K} \text{ و } 4.18 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

$$R = 1.987 \frac{BTU}{lb \cdot mol \cdot R}$$

* فرآیند برگشت پذیر در آدیباتیک و rev باشد ، آدیباتیک مقدار آنتروپی ثابت باشد این فرآیند $rev, Adia$

$$dh = T ds + v dp \xrightarrow{h=cte} v = -T \left(\frac{\partial s}{\partial p}\right)_h$$

۹۴ ✓

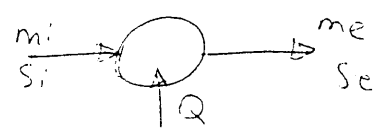
$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

۹۹ ✓

۱۰۳ ✓

$\Delta S_{sys} = m_e s_e - m_i s_i$

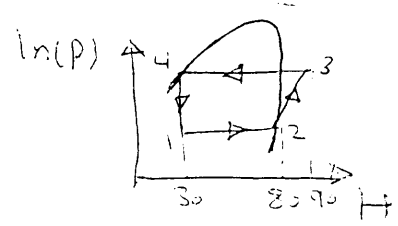
$\Delta S_{surr} = \frac{Q}{T_0}$



۱۰۲ ✓

۹۴ ✓

$$\beta = \frac{Q_L}{Q_H + Q_L} = \frac{(H_2 - H_1)}{(H_3 - H_4) - (H_2 - H_1)}$$



۱۰۱ ✓

حقیقتاً دوام دهنه نهایی / قانون دوام ترمودینامیک / دمای کمتر در منبع یور

15 ✓

20. در یک کاپی سردی انتقال حرارت در یک سردی گرم با بالعکس.

22. هر چه در اختلاف دما بیشتر باشد بازگشت پذیری بیشتر است.

23. چون میل عامل در طی فرآیند مرفوع گرم دما شدن با منبع سردی گرم یکسان است لذا از

گاما داخل بازگشت پذیری است و برای دما شدن نیز $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$ اولی چون

بنابراین از شرط اول بازگشت پذیر است.

24. تبدیل از حالت کار به کار در نقطه قانون دوم امکان پذیر نیست.

27. حجم یکجای فروش می تواند صفر باشد.

* 28. آن با تغییر دما در دما.

30. با باز کردن درن یکجای دمای اتاق کاهش و بین افزایش می یابد.

* 34. در مساحت مثلث و آموزش خود.

آنتروپی

حفظه دوقم (نوره ریای) انتقال دوقم ترمودینامیک آنتالپی دگرسیع یور (آنتروپی)

در دمای صفر مطلق آنتروپی به سمت صفر میل می کند و نه انرژی
وقتی ۵۰ گرم گوگرد 2K و 2mol و ... کاربرد از آن واحد هم حساب شود

- 55 ✓
- 56 ✓
- 57 ✓
- 58 ✓
- 59 ✓

41) C برای آب با حفظ با ششم : $C = 1 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$

42) از سیال ورودی به کاپسول ... (شود کار کاپسول زیاد شود)

- 43 ✓
- 44 ✓
- 45 ✓
- 46 ✓
- 47 ✓
- 48 ✓
- 49 ✓
- 50 ✓
- 51 ✓
- 52 ✓
- 53 ✓
- 54 ✓
- 55 ✓
- 56 ✓
- 57 ✓
- 58 ✓
- 59 ✓
- 60 ✓
- 61 ✓
- 62 ✓
- 63 ✓
- 64 ✓
- 65 ✓
- 66 ✓
- 67 ✓
- 68 ✓
- 69 ✓
- 70 ✓
- 71 ✓
- 72 ✓
- 73 ✓
- 74 ✓
- 75 ✓
- 76 ✓
- 77 ✓
- 78 ✓
- 79 ✓
- 80 ✓
- 81 ✓
- 82 ✓
- 83 ✓
- 84 ✓
- 85 ✓
- 86 ✓
- 87 ✓
- 88 ✓
- 89 ✓
- 90 ✓
- 91 ✓
- 92 ✓
- 93 ✓
- 94 ✓
- 95 ✓
- 96 ✓
- 97 ✓
- 98 ✓
- 99 ✓
- 100 ✓

انتقال دوقم دی W برای تولید ... حفظ شود

85) ... از $S_1 \rightarrow S_2$ در دمای T
... در دمای T₀

T₀ بالاترین دما و S₁ بهترین وارث لذا بهترین انتقال وارث ... T₀ و S₂ است

ترمودینامیک / دوقم / ص

- 89 ✓
- 90 ✓
- 91 ✓
- 92 ✓
- 93 ✓
- 94 ✓
- 95 ✓
- 96 ✓
- 97 ✓
- 98 ✓
- 99 ✓
- 100 ✓

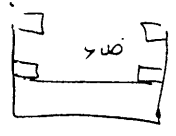
۱۷۴ ✓

۱۷۵ ✓

۱۷۶ ✓

۱۷۷ ✓

۶۵ ع برای طرز دیده آن در یک دهه شایسته آنست این شایسته همانند خوانندگی آن افراد شایسته باید



۶۳ ع حجم دو برابر شود رضی شود

نه دو برابر !!!

۹۴ ع کار تلف شده

۹۵ ع

۵۵ ت نه دما صما "باید مطلق باشد"

روابط فعلی از ص ۵۴

$$d(nu) = \left[\frac{\partial(nu)}{\partial(ns)} \right]_{n_v, n_1, n_2, \dots} d(ns) + \left[\frac{\partial(nu)}{\partial(nv)} \right]_{n_1, n_2, \dots, n_s} d(nv) + \sum_i \left[\frac{\partial(nu)}{\partial n_i} \right]_{n_s, n_v, n_j \neq i} dn_i$$

$$\left[\frac{\partial(nu)}{\partial n_i} \right]_{n_s, n_v, n_j \neq i} = \left[\frac{\partial(nh)}{\partial n_i} \right]_{P, n_s, n_j \neq i} = \left[\frac{\partial(nq)}{\partial n_i} \right]_{T, n_s, n_j \neq i} = \left[\frac{\partial(na)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j \neq i}$$

$dg = RT d \ln p$ ایده آل

$dg = ZRT d \ln p$ واقعی

$dg = RT d \ln f$

$\Phi = \frac{f}{p}$	$P \rightarrow p$
	$P \rightarrow P$
	$\Phi \rightarrow 1$

$$\ln \frac{f}{P} = \int_0^P \frac{(Z-1)}{P} dp$$

$$f = P e^{\int_0^P \frac{(Z-1)}{P} dp}$$

$$\Phi = e^{\int_0^P \frac{(Z-1)}{P} dp}$$

$\bar{v}_i = \left[\frac{\partial(nv)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j \neq i}$ حجم ویژه مولی

$\bar{M}_i = \left[\frac{\partial(nM)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j \neq i}$ مقدار خاصیت M به ازای یک مول از اجزاء

M_i : مقدار خاصیت M به ازای یک مول از اجزاء

M_i : مقدار خاصیت M به ازای یک مول از اجزاء

M_i : مقدار خاصیت M به ازای یک مول از اجزاء

مقدار خاصیت M در داخل محلول برابر است با متوسط خواص مولی جزیی در داخل محلول.

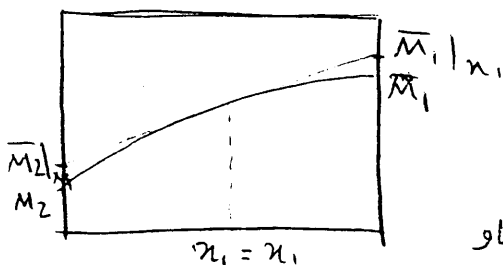
$$M = \sum x_i \bar{M}_i$$

رابطه اول در مخلوطها

$$nM = \sum n_i \bar{M}_i$$

$$\bar{M}_2 = M - x_1 \left(\frac{\partial M}{\partial x_1} \right)_{T, P, x_2}$$

$$\bar{M}_1 = M + (1-x_1) \left(\frac{\partial M}{\partial x_1} \right)_{T, P, x_2}$$



$$\left[\frac{\partial M}{\partial T} \right]_{P, n} dT + \left[\frac{\partial M}{\partial P} \right]_{T, n} dp - \sum x_i d\bar{M}_i = 0$$

در تمام سیستم روهم

$$\sum x_i d\bar{M}_i = 0$$

در تمام فشار ثابت

هر موقع خواص یا رشیال یک فیزیک را بدهند و خواص یا رشیال چیز دیگر را بخواهند از رابطه روهم استفاده میکنند.

هر رابطه‌ای برای خواص ترمودینامیکی برقرار است برای Partial هم برقرار است.

$$\Phi = \frac{P}{P} \rightarrow \hat{\Phi}_i = \frac{\hat{P}_i}{x_i P}$$

$$\begin{cases} \Phi \rightarrow 0 \\ \Phi \rightarrow 1 \\ \hat{\Phi}_i \rightarrow 1 \end{cases} \rightarrow \hat{P}_i = x_i P$$

$$\ln P = \sum x_i \ln \frac{\hat{P}_i}{x_i}$$

$$\ln \frac{\hat{P}_i}{x_i} = \left[\frac{\partial (\ln P)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_{j \neq i}}$$

به مایه تولید
فشار
خاصیت پارشیال
نیست نه همین
دلیل Δ می‌نذاریم

* برای خواص پارشیال تعریف می‌کردیم که وابسته به جرم ماده است.

$$\ln \Phi = \sum x_i \ln \hat{\Phi}_i$$

$$\sum x_i d \ln \hat{\Phi}_i = 0$$

$$\ln \hat{\Phi}_i = \left[\frac{\partial (\ln \Phi)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\hat{P}_i = P_i x_i$$

$$\hat{P}_i = P_i x_i \gamma_i$$

اگر محلول ایده‌آل باشد:

سحالت کلی:

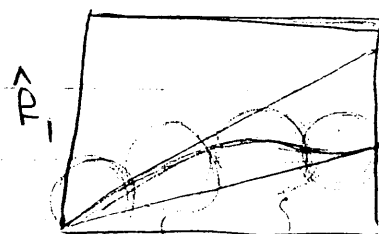
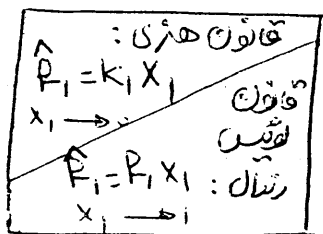
محلول ایده‌آل $\rightarrow \gamma_i = 1$

$$\gamma_i = \frac{\hat{P}_i}{P_i x_i} = \frac{\hat{P}_i}{P_i} \cdot \frac{P_i}{x_i}$$

Real / Ideal

γ_i $\begin{cases} = 1 & \text{محلول ایده‌آل} \\ > 1 & \text{انحراف مثبت} \\ < 1 & \text{انحراف منفی} \end{cases}$

لوئیس رینال: زمان استفاده می‌شود که محلول در آن جرم غنی باشد



هری: برای استفاده از خود همین از جرم کمتری استفاده می‌کنیم

$$\lim_{x_1 \rightarrow 1} \gamma_i = 1$$

$$\lim_{x_1 \rightarrow 0} \gamma_i^* = 1$$

$$\hat{P}_i = k_i x_i \gamma_i^* \rightarrow \hat{P}_i = P_i x_i \gamma_i \rightarrow \hat{P}_i = P_i x_i$$

$$\hat{P}_i = k_i x_i$$

(* لا ترمید تابع غنچه است. (* ثابت هرنی به غنچه بستگی ندارد و تغییرات تابع دما و فشار را نشان می‌دهد

$$K = \lim_{x_i \rightarrow 0} \frac{\hat{P}_i}{x_i}$$

(* اگر چیزی اول در محلول لوئیس از قانون هرنی پیروی کند فوگاسیت هرنی دوم از آن زمان که سدر رینال سرور می‌شوند.

رابطه فرمول های محلی ترمودینامیک مخلوط ها:

$$d(nu) = Td(ns) - Pd(nv) + \sum_{ns, nv, nj \neq i} \left[\frac{\partial(nu)}{\partial n_i} \right] dn_i$$

$$d(nh) = Td(ns) + (nv)dp + \sum_{ns, p, nj \neq i} \left[\frac{\partial(nh)}{\partial n_i} \right] dn_i$$

$$d(ng) = (nv)dp - (ns)dT + \sum_{T, p, nj \neq i} \left[\frac{\partial(ng)}{\partial n_i} \right] dn_i$$

\bar{G}_i له

$$d(na) = -Pd(nv) - (ns)dT + \sum_{(nv), T, nj \neq i} \left[\frac{\partial(na)}{\partial n_i} \right] dn_i$$

$$\boxed{M_i = \left[\frac{\partial(ng)}{\partial n_i} \right]_{T, p, nj \neq i}} = \left[\frac{\partial(nu)}{\partial n_i} \right]_{ns, nv, nj \neq i} = \left[\frac{\partial(nh)}{\partial n_i} \right]_{P, ns, nj \neq i}$$

$$= \left[\frac{\partial(na)}{\partial n_i} \right]_{T, nv, nj \neq i}$$

ماده خالص:

$dg = vdp - sdT \xrightarrow{T=cte} dg = vdp \rightarrow \Delta G = \int v dp$

$\Phi = e^{\int_0^P \left(\frac{z-1}{P} \right) dp}$

$\left\{ \begin{array}{l} \Phi = \frac{P}{P} \\ P \rightarrow 0 \\ P \rightarrow P \\ \Phi \rightarrow 1 \end{array} \right.$

$\Delta G = RT \ln \frac{P_2}{P_1} \leftarrow \int dg = RT d \ln P$

$\Delta G = V \Delta P$
 $\Delta G = RT \ln \frac{P_2}{P_1}$
 $\Delta G = RT \int \frac{z-1}{P} d \ln P$

$P(V-b) = RT$ مثال: گاز از معادله $P(V-b) = RT$ بیرون درگاز (یعنی گاز ایده آل) فرض می‌کنیم
 در این صورت $\Phi = e^{-\frac{bP}{RT}}$ است با $P \rightarrow 0$ و $P \rightarrow \infty$ $\Phi \rightarrow 1$ و $\Phi \rightarrow \infty$ است که توان باید به عبارتی با ابعاد و شرایط P (تابعیت متروپ) Φ در نظر گرفته شود.

$$Q - W = h_e - h_i \rightarrow W = h_i - h_e + T(S_e - S_i) \rightarrow W = g_i - g_e \rightarrow \boxed{W = RT \ln \frac{F_i}{F_e}}$$

در غارت از و ترمول سیات واقعه.

مطلوبه ها:

M : مقدار خاصیت M به ازای یک مول از محلول

M_i : " " " " " " از جز خالص

\bar{M}_i : " " " " " " در محلول

$$\bar{M}_i = \left[\frac{\partial(nM)}{\partial n_i} \right]_{T, p, nj \neq i}$$

حجم در واحد جز یا حجم جز یا حجم پارتیشن آ

$(nM) = \sum n_i \bar{M}_i$

رابطه اول (در مخلوط ها)

مقدار خاصیت M در داخل محلول به ازای یک مول از مخلوط

$M = \sum x_i M_i$

مقدار خاصیت M در داخل محلول به ازای یک مول از مخلوط

مول جز در داخل محلول

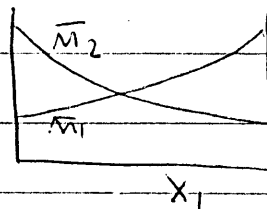
ترمو/ خاصیت مولی / صفت

خاصیت‌های جزئی: Partial

$$\bar{M}_1 = M + (1-x_1) \left(\frac{\partial M}{\partial x_1} \right)_{T, P, x_2}$$

$$\bar{M}_2 = M - x_1 \left(\frac{\partial M}{\partial x_1} \right)_{T, P, x_2}$$

$$\left(\frac{\partial \bar{M}_1}{\partial x_1} \right) = - \frac{x_2}{x_1} < 0$$



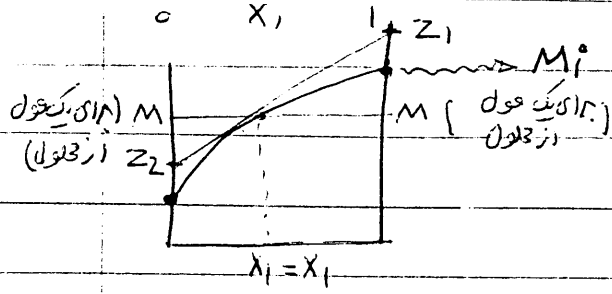
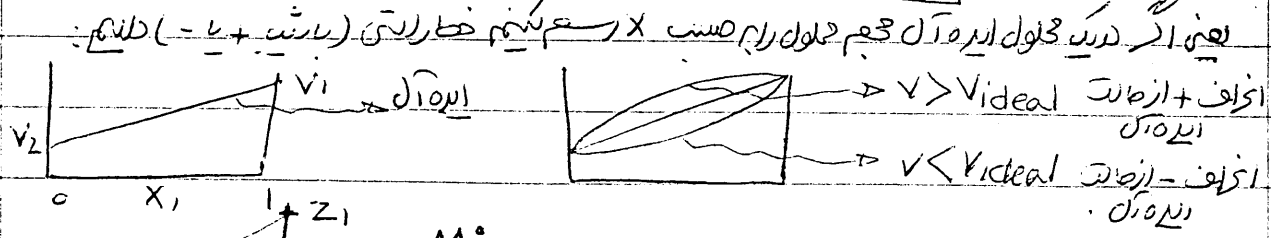
توجه: در صورتی که \bar{M}_1 و \bar{M}_2 با هم تقاطع کنند (که در حالت ایده آل اتفاق نمی‌افتد) این نشان دهنده انحراف از حالت ایده آل است.

محلول‌های ایده آل: محلول‌هایی هستند که اجزاء تشکیل دهنده محلول در آن به صورت مستقل در داخل محلول مانند اجزاء در فاز خالص رفتار می‌کنند یعنی $\bar{M}_i = M_i$ (برای آن‌ها اثر ویلیامز صاف است).

$\Delta V_{\text{mixing}} = 0$ (محلول ایده آل)

در حالت کلی: $\Delta V_{\text{mixing}} = \sum x_i \bar{V}_i - \sum x_i V_i = \sum x_i (\bar{V}_i - V_i)$

محلول ایده آل: $V = x_1 V_1 + x_2 V_2 \rightarrow V = x_1 (V_1 - V_2) + V_2$



$\bar{M}_1 = M + (1-x_1) \left(\frac{\partial M}{\partial x_1} \right) = Z_1$

$\bar{M}_2 = M - x_1 \left(\frac{\partial M}{\partial x_1} \right) = Z_2$

اگر بخواهیم از روی یک مبنای خواص پارشیال را در x_1 بدین آفریم طیفی در $x = x_1$ و پس از آن نسبت‌های تقاطع و مساحت‌های محلول \bar{M}_1 و \bar{M}_2 خواهد بود.

* مثال ص ۴۲

۲

ایلم لیسن دوهم: $\sum X_i d\bar{M}_i = 0$ در دما و فشار ثابت

هموقع فولون یا رشتن یک چیز را بدهدر و فولون

یا رشتن چیز دیگر را خواهد در این رابطه استفاده میکنیم

مثال ص ۳۱ و ص ۳۴

نوعی از تعاریف

فشار: $P = P^{sat} \exp\left(\frac{(P - P^{sat})V}{RT}\right)$

Printing $\exp\left(\frac{(P - P^{sat})V}{RT}\right)$

$P = P^{sat} = P^{sat}$

در دما و فشار ثابت است

هر رابطه ای از ای خواص ترمودینامیک برقرار است برای Partial

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

$\Phi = \frac{P}{P^0} \rightarrow \hat{\Phi}_i = \frac{\hat{P}_i}{X_i P^0}$ $\left\{ \begin{array}{l} P \rightarrow P^0 \\ \Phi \rightarrow 1 \\ \hat{\Phi}_i \rightarrow 1 \end{array} \right. \rightarrow \hat{P}_i = X_i P$

$dG = RT d \ln P \rightarrow d\bar{G} = RT d \ln \hat{P}_i$

$\bar{G}_i - \bar{G}_i^0 = RT \ln \frac{\hat{P}_i}{X_i} \quad RT \ln P$

← حالت ایده آل

یعنی Φ خاصیت پارشیال نیست، $\ln P$ خاصیت

پارشیال است. (تفاوت بین \hat{P}_i و $X_i P$)

به همین دلیل با \hat{P}_i کار میکنیم و نه $X_i P$

$\ln \frac{\hat{P}_i}{X_i} = \left[\frac{\partial (\ln P)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j \neq i}$

از ای خواص پارشیال تعریف میکنیم که وابسته به حجم ماده است. قوط لیسن به حجم بستیم

$\ln P = \sum X_i \ln \frac{\hat{P}_i}{X_i}$ $\left[\frac{\partial (\ln P)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j \neq i}$

$\ln \hat{\Phi}_i = \left[\frac{\partial (\ln \Phi)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j \neq i}$

مثال ص ۴۵

Φ خاصیت پارشیال نیست

$\ln \Phi$ " " است

$\ln \Phi = \sum X_i \ln \hat{\Phi}_i$ و $\sum X_i d \ln \hat{\Phi}_i = 0$

* فشار، خاصیت پارشیال نیست چون به حجم وابسته است و فشار جزئی فقط برای گازها و ایده آل

از قانون (لتون) بدست آمده است که آن را به آنجا تبدیل میکنیم

$\ln P = \left[\frac{\partial (\ln P)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j \neq i}$

در یک محلول ایده آل فوق سسته جو جزو در محلول با فوق سسته آن جزو در حالت خاصه جزو

$\hat{P}_i = P_i X_i$: قانون لوئیجی رندال : X_i برابر است :

$\hat{P}_i = P_i X_i \delta_i$ اما در حالت کلی :

$\delta_i = 1$: ضریب فعالیت و محلول ایده آل $\delta_i = 1$ محلول ایده آل
 همیشه از یک دورتویم از حدت ایده آل دور شده ایم (مانند Z در گازها) : افزایش $\delta_i > 1$
 همیشه از یک دورتویم از حدت ایده آل دور شده ایم (مانند Z در گازها) : افزایش $\delta_i < 1$

δ_i : نسبت فوق سسته جزو در محلول واقعی به فوق سسته جزو در محلول ایده آل
 $\hat{P}_i = \frac{P_i X_i}{\hat{P}_i} = \frac{P_i}{\delta_i}$ که ایده آل باشد

قانون لوئیجی رندال : از قانون لوئیجی رندال زمانی استفاده کنیم که محلول از آن جزو

$x_1 \rightarrow 1 \quad \hat{P}_1 = P_1 X_1$ غلط باشد

قانون هنری : از قانون هنری زمانی استفاده کنیم که محلول از آن جزو وقت باشد

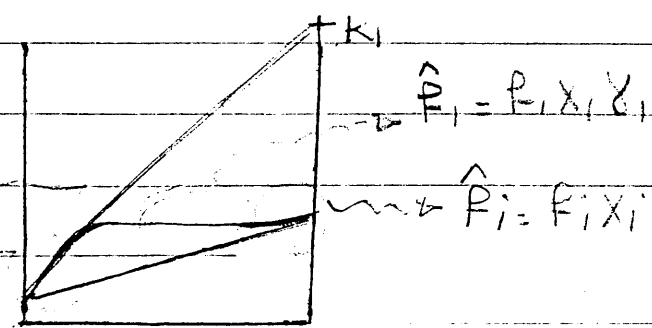
$\hat{P}_i = k_i x_i$ (هنری برای استفاده از خود همین از جاسم بر مبنای استفاده کرد)

k_i : ضریب هنری * لا تدریاً تابع غلظت است

* k تابع غلظت نیست و تابع دما و فشار است

$x_1 \rightarrow 1 \quad \hat{P}_1 = P_1 X_1$
 $x_1 \rightarrow 0 \quad \hat{P}_1 = k_1 X_1$

$k = \lim_{x_1 \rightarrow 0} \frac{\hat{P}_1}{x_1}$



در تمام غلظت و وقت در یک نام $\hat{P}_i = P_i X_i \delta_i$ و در یک نام $\hat{P}_i = k_i X_i \delta_i$
 $\lim_{x_1 \rightarrow 1} \delta_i = 1 \quad \lim_{x_1 \rightarrow 0} \delta_i = 0$
 $\lim_{x_1 \rightarrow 1} \delta_i^* = 1 \quad \lim_{x_1 \rightarrow 0} \delta_i^* = 0$

مثال ۴۸

* اگر جزء اول در محلول دو جزو از قانون هنری بیروی اندر فوق سسته جزو دوم از قانون لوئیجی رندال بیروی کند

$$\left. \frac{\delta(\frac{G}{T})}{\delta T} \right|_{P, X} = -\frac{H}{T^2}$$

رابطه کسین هولمهوتز

۳

تغییر خواص ترمودینامیک در اثر اختلاط:

$$\Delta M_{\text{mixing}} = M^{\text{Real Sol.}} - M^{\text{ideal}} = \sum X_i (\bar{M}_i - M_i^*)$$

$$\frac{P \Delta V_{\text{mixing}}}{RT} = \sum \frac{X_i}{RT} \left[\frac{\delta(\bar{G}_i - G_i)}{\delta \ln P} \right]_{T, P, X}$$

$$\frac{\Delta G_{\text{mixing}}}{RT} = \sum \frac{X_i}{RT} (\bar{G}_i - G_i)$$

$$\frac{\delta(\frac{\bar{G}_i}{T})}{\delta T} = -\frac{H}{T^2}$$

$$\frac{\Delta S_{\text{mixing}}}{R} = -\sum \frac{X_i}{R} \left[\frac{\delta(\bar{G}_i - G_i)}{\delta T} \right]_{P, P, X}$$

$$\frac{\Delta H_{\text{mixing}}}{RT} = -\sum \frac{X_i T}{R} \left[\frac{\delta(\frac{\bar{G}_i - G_i}{T})}{\delta T} \right]_{P, P, X}$$

$$\frac{P \Delta V_{\text{mixing}}}{RT} = \sum \frac{X_i}{RT} \left[\frac{\delta(RT \ln \hat{a}_i)}{\delta \ln P} \right]_{T, P, X}$$

$$\frac{\Delta G_{\text{mixing}}}{RT} = \sum X_i \ln \hat{a}_i$$

محلول واقعی:

$$\frac{\Delta G_{\text{mixing}}}{RT} = \sum X_i \ln X_i$$

محلول ایده آل:

در محلول ایده آل: $\Delta H_{\text{mix.}} = \Delta V_{\text{mix.}} = \Delta U_{\text{mix.}} = \Delta Q_{\text{mix.}} = \Delta G_{\text{mix.}} = 0$

$X_i < 0$ یعنی ΔG همواره منفی است.

$$\frac{\Delta G_{\text{mix}}}{RT} = \sum X_i \ln X_i$$

یعنی ΔS همواره مثبت است.

$$\frac{\Delta S_{\text{mix.}}}{R} = -\sum X_i \ln X_i$$

* اگر محلول واقعی هم بود با ΔS_{mixing} مثبت و ΔG_{mixing} منفی بود
 * در محلول واقعی $\frac{\Delta G_{\text{mix}}}{RT} = \sum X_i \ln \hat{a}_i$

\hat{a}_i همواره کوچکتر از یک است. اگر \hat{a}_i بزرگتر از یک شود در یک محلول، محلول از حالت اشباع بیرون می آید خارج از تورینن و فشاری داریم.

$$\hat{a}_i = \frac{\hat{P}_i}{P_i} \rightarrow \hat{a}_i = \frac{P_i X_i \gamma_i}{P_i}$$

activity نسبت به غلظت دارد *

اگر محلول ایده آل باشد $\gamma_i = 1$ و در محلول حقیقی $\gamma_i < 1$ است.
 * $\hat{a}_i = \gamma_i X_i$
 * $\gamma_i = 1$ در محلول ایده آل است.
 * $\gamma_i < 1$ در محلول حقیقی است.

خواص فنون Excess Function: اختلاف بین مقدار هر خاصیت برای یک محلول

$$M^E = M^{Real} - M^{Ideal}$$

واقعی و یک محلول (در آل واحدیت فنون) M^E

$$\Delta g_{mixing}^E = \Delta g_{mixing}^{Real} - \Delta g_{mixing}^{Ideal} \rightarrow \frac{\Delta g_{mix}^E}{RT} = \sum x_i \ln \hat{a}_i - \sum x_i \ln x_i$$

یا Δg^E یا g^E

$$\frac{g^E}{RT} = \sum x_i \ln \frac{\hat{a}_i}{x_i}$$

$$\frac{g^E}{RT} = \sum x_i \ln \gamma_i$$

مقایسه با $\ln \hat{a}_i$ خاصیت پارینال از g^E $M = \sum x_i M_i$

$$\ln \gamma_i = \left[\frac{\partial (n \frac{g^E}{RT})}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_{j \neq i}}$$

مسطر دلش کبستر: $\frac{g^E}{RT x_1 x_2} = B + C(x_1 - x_2) + D(x_1 - x_2)^2 + \dots$
 * محلول دوزن به شرط که دو مولکول جدا و تقریباً هم اندازه باشند.

$C = D = \dots = 0 \rightarrow \frac{g^E}{RT} = B x_1 x_2$

اگر $D = E = \dots = 0$

$$\frac{g^E}{RT x_1 x_2} = B + C(x_1 - x_2)$$

مقدار مارگولس

در مقدار مارگولس $\frac{g^E}{RT x_1 x_2}$ بحسب x_1 خطی است.

اگر $\frac{g^E}{RT} = B x_1 x_2$ \xrightarrow{x} $\frac{n g^E}{RT} = B \frac{n_1 n_2}{n} \rightarrow \ln \gamma_1 = \left[\frac{\partial (B \frac{n_1 n_2}{n})}{\partial n_1} \right]_{T, P, n_2}$

$$\gamma_1 = e^{B x_2^2}$$

$$\gamma_2 = e^{B x_1^2}$$

$$\ln \gamma_1 = B n_2 \left[\frac{n - n_1}{n^2} \right] = B x_2^2$$

$$\ln \gamma_1 = B x_2^2$$

$$\ln \gamma_2 = B x_1^2$$

* حفظ شود: اگر $\frac{g^E}{RT} = B x_1 x_2$ آن وقت B است.

$$K_j = \lim_{x_j \rightarrow 0} \frac{\hat{P}_j}{x_j} = \frac{P_j x_j \gamma_j}{x_j} = \frac{P_j x_j e^{B x_j^2}}{x_j} = P_j e^B$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

$$K_1 = P_1 e^B$$

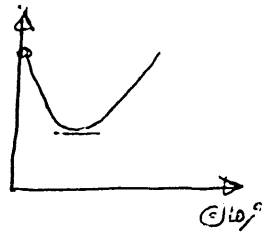
$$K_2 = P_2 e^B$$

* اگر $\frac{g^E}{RT} = B x_1 x_2$ باشد آن وقت B است.

۴

تعدادات فازی :

* امثال: آب ← \bar{G}_1 صورت خود
 ← \bar{G}_2 آب اقیانوس
 بنابرین: $G_{\text{آب}} < G_{\text{آب اقیانوس}}$



$\Delta G < 0$ فرآیند خودبه خود است.
 $\Delta G = 0$ تعادل
 $\Delta G > 0$ فرآیندی که نیازمند تولید خودبه خود است

نویس: منظور $\frac{\bar{G}_1}{\bar{G}_2}$ در حد تعادل نیست بلکه: $\frac{\bar{G}_1}{\bar{G}_2}$ | آب

* یک سیستم زمانی به تعادل می رسد که اگر سیستم را تغییر دادیم هیچ گونه تغییری در حالت تعادل ایجاد نمی کند.

* یک سیستم زمانی به تعادل می رسد که اگر اثری بیرون سیستم در دما و فشار ثابت به حداقل برسد

یعنی $dG_{T,P} = 0$

* وقتی به تعادل می رسیم تعداد مولهای که از یک فاز وارد دیگر می شود برابر است با تعداد مولهای که برعکس می رود.

$M_i^V = M_i^L$

$dG = 0$ و $dn_i^L = dn_i^V$

$M_i^V = M_i^L \rightarrow RT \ln \hat{P}_i^V = RT \ln \hat{P}_i^L \rightarrow \hat{P}_i^L = \hat{P}_i^V$

* شرط برقراری تعادل این است که غوطه سیمه هر دو در فشارهای برابر غوطه سیمه ها در هر دو فاز یکسان باشد.

$\hat{P}_i^L = \hat{P}_i^V$ $\xrightarrow{\text{تقریباً } P_i^{\text{ظرف}}}$ $\hat{a}_i^L = \hat{a}_i^V$

$\hat{a}_i^L = \hat{a}_i^V$

تعادل بخارهای رسیده محلول در صورتی:

$\hat{P}_i^L = \hat{P}_i^V$ $\xrightarrow{\text{شرط تعادل}}$

$\phi = \frac{P}{P^{\text{sat}}} \xrightarrow{\text{پارتیشن}}$ $\hat{\phi}_i^V = \frac{P_i^V}{y_i P} \rightarrow \hat{P}_i^V = y_i P \hat{\phi}_i^V$

$P x_i \gamma_i = y_i P \hat{\phi}_i^V$

$\begin{cases} x_1 P \gamma_1 = y_1 \hat{\phi}_1^V P \\ x_2 P \gamma_2 = y_2 \hat{\phi}_2^V P \end{cases}$

* محاسبه γ_i از این کمیت مشکل است بنابراین رانولت فرضیات ساده کننده زیر را در نظر گرفت:

۱) بخار را گاز ایده آل (گاز ایده آل) در نظر گرفت: $\hat{\phi}_1^V = \hat{\phi}_2^V = 1$

۲) فازهای را ایده آل در نظر گرفت: $\gamma_1 = \gamma_2 = 1$

۳) فرض کرد: $P_1 = P_1^{\text{sat}} = P^{\text{sat}}$

$P_2 = P_2^{\text{sat}} = P^{\text{sat}}$

قانون رانولت:

$\begin{cases} x_1 P^{\text{sat}} = y_1 P \\ x_2 P^{\text{sat}} = y_2 P \end{cases}$

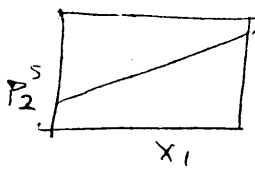
* اگر بخواهیم فرض کنیم از قانون رانولت و قانون گاز ایده آل رانولت

پیدا می کنیم در صورتی که در تعادل رانولت

تیمو/سوم/صد

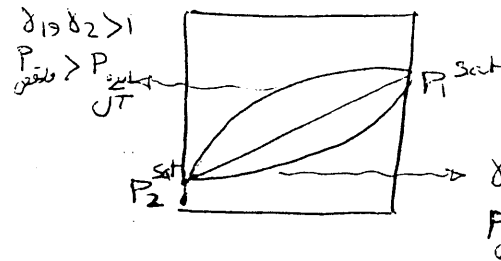
$$P = Y_1 P_1 + Y_2 P_2$$

$$P = X_1 P_1^{sat} + X_2 P_2^{sat} \rightarrow P = X_1 (P_1^{sat} - P_2^{sat}) + P_2^{sat}$$

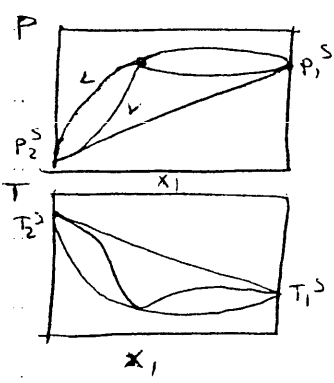


یعنی بر اساس تعادل رانولت فشار، حسب X_1 یک خط راست بر حسب آن آید
 * و که از قانون رانولت بر روی خطی نزدیک تر می توان استفاده کرد
 * در اینجا $P=1$ (بنابراین $P=1$ قابل قبول است):

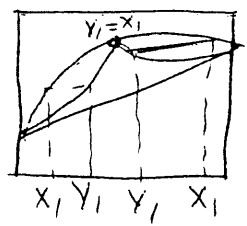
$$\begin{cases} Y_1 P = X_1 P_1^{sat} \gamma_1 \\ Y_2 P = X_2 P_2^{sat} \gamma_2 \end{cases} \Rightarrow P = X_1 P_1^{sat} \gamma_1 + X_2 P_2^{sat} \gamma_2$$



اگر $\delta_2 > \delta_1$ باشد انحراف + از حالت ایده آل داریم
 اگر $\delta_2 < \delta_1$ باشد انحراف - از حالت ایده آل داریم
 * فشار در سطح تماس یکسان است
 * فشار مایع = فشار بخار مایع + P_{gh}

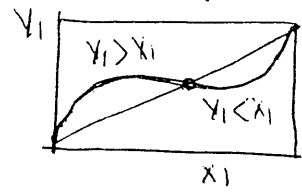


ممکنه فاز مایع یکی را در دما بالاتر از دمای دیگر
 انحراف دما در هر دو برای این انحراف به
 حلقه تشکیل می ده که در ممتدی بیشتر
 قطع می کنند
 * هر چه فشار بخار بخار ماده ای بیشتر باشد از جوشش آن آید
 (فرا تر است)
 * در نقطه آزوتروپی $X_1 = Y_1$

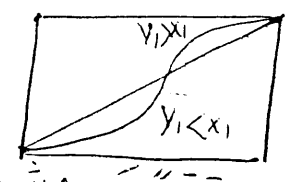


X_1	Y_1
0.3	0.31
0.35	0.42
0.45	0.5
0.58	0.57
0.6	0.51

$Y_1 > X_1$ (چون ابتدا $Y_1 > X_1$ بین $Y_1 < X_1$)
 آزوتروپی max فشار در این نقطه



Max جوش
 min جوش



Max جوش
 min جوش

$$\begin{cases} Y_1 P = X_1 \gamma_1 P_1^{sat} \\ Y_2 P = X_2 \gamma_2 P_2^{sat} \end{cases} \xrightarrow{\text{آزوتروپی}} \begin{cases} P_{AZ} = \gamma_1 P_1^{sat} \\ P_{AZ} = \gamma_2 P_2^{sat} \end{cases}$$

$$\gamma_1 P_1^{sat} = \gamma_2 P_2^{sat} \rightarrow \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{P_2^{sat}}{P_1^{sat}}$$

رومبلان $\left\{ \begin{aligned} \frac{\gamma_1}{\gamma_2} &= \frac{P_2^{sat}}{P_1^{sat}} = \frac{B e^{X_2^2}}{B e^{X_1^2}} \\ X_1 + X_2 &= 1 \end{aligned} \right.$

* مثال ص 57: اگر $\frac{9^E}{RT} = \beta = X_1 X_2$

۵

ضریب تعادل : $K_1 = \frac{y_1}{x_1}$ و $K_2 = \frac{y_2}{x_2}$

ضریب فعالیت = $\alpha_{12} = \frac{\left(\frac{y_1}{x_1}\right)}{\left(\frac{y_2}{x_2}\right)} = \frac{K_1}{K_2}$

روشن شدن آنتروپی → $\alpha_{12} = 1$ در نقطه آنتروپی

$$\begin{cases} y_1 P = x_1 P_1^{sat} \gamma_1 \\ y_2 P = x_2 P_2^{sat} \gamma_2 \end{cases} \rightarrow \alpha_{12} = \frac{\gamma_1 P_1^{sat} P_t}{\gamma_2 P_2^{sat} P_t} \rightarrow \alpha_{12} = \frac{\gamma_1 P_1^{sat}}{\gamma_2 P_2^{sat}}$$

$$\begin{cases} \alpha = \lim_{x_1 \rightarrow 0} \alpha_{12} \\ \alpha' = \lim_{x_2 \rightarrow 0} \alpha_{12} \end{cases}$$

$\alpha_{12} = \frac{y_1 (1-x_1)}{x_1 (1-y_1)}$ برای تعیین داشتن آنتروپی یا نه

α و α' را حساب می کنیم
 * اگر هر دو بزرگتر از یک ← آنتروپی نداریم
 یا هر دو کوچکتر از یک
 * اگر یکی بزرگتر و یکی کوچکتر ← آنتروپی داریم

یعنی هر دو یک بزرگتر و یکی کوچکتر از یک

$$\alpha = \frac{\gamma_1^\infty P_1^{sat}}{x P_2^{sat}}$$

محلول غنی از ماده ۱ شده است

$$\alpha' = \frac{P_1^{sat}}{\gamma_2^\infty P_2^{sat}}$$

* اگر آنتروپی داریم :

α_1^∞ و $\alpha_2^\infty > 1 \leftarrow \max$ و α_1^∞ و $\alpha_2^\infty < 1 \leftarrow \min$

مقایسه α_1^∞ و α_2^∞ :

اگر $\frac{g^E}{RT} = B x_1 x_2$ باشد :

$\gamma_1 = e^{B x_2^2}$, $\gamma_2 = e^{B x_1^2}$

یعنی هر دو فعالیت در نقطه ۰

برای تعیین بزرگتر یا کوچکتر

$\hat{P}_1 = \frac{P_1}{x_1 P}$ و $\hat{P}_2 = \frac{P_2}{x_2 P} = \frac{P_1}{x_1 P} = \hat{P}_1$

نشان می دهد که آنتروپی داریم :

ضریب فعالیت در نقطه ۰ در آن با ضریب فعالیت در نقطه ۰ تعادل دارند

در نقطه ۰ : $A = \text{حجم مول}$ ، $\rho = \text{چگالی}$ ، $\phi = \text{ضریب فعالیت}$ ، $\gamma = \text{ضریب فعالیت}$ ، $\gamma^\infty = \text{ضریب فعالیت در نقطه ۰}$

در نقطه ۰ : $\gamma_1^\infty = \frac{P_1}{x_1 P}$ ، $\gamma_2^\infty = \frac{P_2}{x_2 P}$ ، $\gamma_1^\infty = \frac{P_1}{x_1 P}$ ، $\gamma_2^\infty = \frac{P_2}{x_2 P}$

شود

در نقطه ۰ : $\gamma_1^\infty = \frac{P_1}{x_1 P}$ ، $\gamma_2^\infty = \frac{P_2}{x_2 P}$ ، $\gamma_1^\infty = \frac{P_1}{x_1 P}$ ، $\gamma_2^\infty = \frac{P_2}{x_2 P}$

ترموسکوپ / ص ۴

در تمام محاسبات کارهای خالص به مخلوط کاری طبق توصیف‌های به عمل آمده برای Z_{cij} در این مورد
 اثرات متقابل $\rightarrow V_{cij} = \left(\frac{V_{ci} + V_{cj}}{2} \right)^3$ اثرات متقابل $\rightarrow V_{cij} = \frac{V_{ci} + V_{cj}}{2}$
 اثرات متقابل

$T_{ij} = \sqrt{T_{ci} T_{cj}} (1 - k_{ij})$, $Z_{cij} = \frac{Z_{ci} + Z_{cj}}{2}$, $Z_{cij} = \frac{P_{cij} V_{cij}}{R T_{cij}}$
 interaction \leftarrow

$$\begin{aligned}\bar{G}_i - \bar{G}_i^* &= RT \ln F - RT \ln \chi_i P \\ &= RT \ln \frac{F}{\chi_i} - RT \ln P\end{aligned}$$

$$\ln \frac{\hat{F}_i}{\chi_i} = \left[\frac{\partial (n \ln F)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\sum \chi_i \ln \frac{\hat{F}_i}{\chi_i} = \ln F \quad : \text{جواب}$$

$$\sum \chi_i d \ln \frac{\hat{F}_i}{\chi_i} = 0 \quad : \text{مسئله}$$

$$\ln \frac{\hat{F}_i}{\chi_i} = \ln F + (1 - \chi_i) \left(\frac{\partial \ln F}{\partial \chi_i} \right)_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\ln \hat{\Phi}_i = \left[\frac{\partial (n \ln \Phi)}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\sum \chi_i \ln \hat{\Phi}_i = \ln \Phi \quad : \text{جواب}$$

$$\sum \chi_i d \ln \hat{\Phi}_i = 0 \quad : \text{مسئله}$$

$$\ln \hat{\Phi}_i = \ln \Phi + (1 - \chi_i) \left(\frac{\partial \ln \Phi}{\partial \chi_i} \right)_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\ln \chi_i = \left[\frac{\partial (n \frac{g^E}{RT})}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\frac{g^E}{RT} = \sum \chi_i \ln \chi_i$$

صفحه سوم / دوره اول / مخلوط های ایده آل / معیاری / ترمودینامیک (فصل ۸ مع)

(۲۳) ۷۹ صد شود
 (۲۴) $\Delta G_{mixing} = RT \sum X_i \ln X_i \rightarrow$ برای یک مول
 $n \Delta G_{mixing}$

(۲۹) $K_i = \frac{P_i^s}{P_T}$

مطلوبه شود که بتواند بزرگ آید شد و جمع شد

$\sum Z_i K_i = 0.972 < 1$ x کلمات معیاری (تذرع توجه شود)

در صورتی که عدد از یک کم باشد

(۳۱) ✓
 (۳۲) گفته شود یک مول از آن، یک مول از بقیه، $X_2 = X_1 = 0.5$ گرفته
 (۳۳) ✓

(۳۴) $\Delta S_{mix} = -R \sum X_i \ln X_i$

$\Delta G_{mix} = RT \sum X_i \ln X_i$

(۳۵) ✓
 $\ln X_1 = \left[\frac{\delta \left(\frac{ng^E}{RT} \right)}{\delta n_1} \right]_{T, P, n_2}$

صفحه سوم / دوره اول / مخلوط /
 $\frac{G^E}{RT X_1 X_2} = B + C(X_1 - X_2)$ معادله مارگولس
 $D = E = \dots = 0$

$\ln X_1 = X_2^2 [A_{12} + 2(A_{21} - A_{12})X_1]$

$\ln X_2 = X_1^2 [A_{21} + 2(A_{12} - A_{21})X_2]$

(۳۶) ✓
 $\frac{\mu^E}{RT} \checkmark \rightarrow \ln X_i = \frac{g^E}{RT}$

(۳۷) $Z = y_1 Z_1 + y_2 Z_2$ و $PV = ZRT \rightarrow$ V برای یک مول

$\frac{V_E}{V} = n$ $M = y_1 M_1 + y_2 M_2$

$nM = m$

ترم / نسبت / سوم / ص

$$I = T_0 \Delta S_{total} = T_0 \Delta S_{mixing} = -RT_0 (X_1 \ln X_1 + X_2 \ln X_2) \quad (13)$$

$$X_1 dM_1 + X_2 dM_2 = 0 \quad \text{* (14) \textit{دقیقتاً در این است و نه مشتق گیری}}$$

$$X_1 (RT \frac{dX_1}{X_1}) + X_2 dM_2 = 0$$

$d \ln X_1$

$$-RT \frac{dX_1}{1-X_1} = dM \rightarrow RT \ln(1-X_1) = M$$

$$G_2 = C \quad \text{در صورت ثابت بودن}$$

$$P = \frac{G^E}{RT} \quad \text{در صورت ثابت بودن } \ln \gamma_1 \text{ و } \ln \gamma_2 \quad (15)$$

$$\frac{G^E}{RT} = \sum X_i \ln \gamma_i = X_1 X_2^2 (A + B X_1) + X_2 X_1^2 (A - B X_2)$$

$$\rightarrow \frac{G^E}{RT} = A X_1 X_2$$

(16) *چون مقدار جزیره ۲ در حال اخلال اخلال می‌کند، حالت استاندارد را برای جزیره ۲ فرض می‌کنیم و می‌توانیم بنویسیم:*

$$\hat{P}_1 = X_1 P_1 \quad \hat{P}_2 = X_2 k_2$$

$$\ln \hat{P}_1 = \ln X_1 + \ln P_1 \Rightarrow \left(\frac{\partial \ln \hat{P}_1}{\partial X_1} \right)_{T,P} = \left(\frac{\partial \ln X_1}{\partial X_1} \right)_{T,P} = \frac{1}{X_1}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\partial \ln \hat{P}_1}{\partial X_2} \right)_{T,P} = -\frac{1}{X_1} \Rightarrow \ln \hat{P}_2 = \ln X_2 + \ln k_2$$

$$\left(\frac{\partial \ln \hat{P}_2}{\partial X_2} \right)_{T,P} = \frac{1}{X_2}$$

دسته سوم (نور دانش) / دستگاه فریبگیر / رفتار غیر ایزوتروپ / آرمو / سطح اول

(۴۸) $k_i = \frac{\hat{\Phi}_i^L}{\hat{\Phi}_i^V}$: فرضیه ریپلا

(۴۹) لغت مطلق شامل ۷۵٪ می باشد، ۳۰٪ بقیه
 پس گرفته $X_1 = 0.7, X_2 = 0.3$

(۴۲) / (۴۰)

معادله مارکولس : اگر $D = \dots = 0$: $\frac{G^E}{RT X_1 X_2}$ تابع خطی از X_1 بوده و داریم

$$\frac{G^E}{RT X_1 X_2} = A_{21} X_1 + A_{12} X_2$$

$$\ln \gamma_1 = X_2^2 [A_{12} + 2(A_{21} - A_{12}) X_1]$$

$$\ln \gamma_2 = X_1^2 [A_{21} + 2(A_{12} - A_{21}) X_2]$$

$\rightarrow \gamma_1^\infty$ و γ_2^∞ ✓
 برای مارکولس.

(۴۵) * تقو : معادله مارکولس یک پارامتری یعنی $\frac{G^E}{RT} = B X_1 X_2$ است
 $\gamma_1^\infty = \gamma_2^\infty = e^B$ پس ضرب آنتیوتیک در وقت ∞ برای هر دو ضلع یکسان است

AZ: $P_1^s \gamma_1 = P_2^s \gamma_2$

$$P_1^s e^{B X_2^2} = P_2^s e^{B X_1^2}$$

$$B(-0.4) = \ln \left(\frac{0.237}{0.289} \right) \leftarrow \frac{P_1^s}{P_2^s} = e^{B(X_1^2 - X_2^2)}$$

AZ: $P_1^s \gamma_1 = P_t$

$K = P_t$ است هزی
 از AZ

$$K = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{P_1 \gamma_1}{x_1} = P_1 \gamma_1 \quad \left. \begin{matrix} R_1 = P_1^s \\ \end{matrix} \right\} \rightarrow K = P_1^s \gamma_1 \rightarrow K = P_t$$

تروپ / است / است

۷۰ ✓

۱ مقصود از فوق سطح مجازه قوتی است فرض آن ماده در فازی که در شرایط موجود می تواند در آن فاز عدد داشته باشد.

۷۶ ✓

۲ غشای ریشه خردانی بر فوق سطح مایعات ندارد. با تعریف H ثابت می ماند و صرف تغییر سطح می گردد.

۷۸ ✓
 $\frac{\gamma_A}{\delta_B} = \frac{P_B^S}{P_A^S} \rightarrow X_B^2 - X_A^2 \checkmark$
 که احتمالاً نباید بیشتر از یک باشد. یک با یون ۸۱

۸۱ معادله مارکولس یک پارامتری در γ^∞ بر روی γ بی محدودیت است.
 ↓
 به فرض

۸۸ $\frac{G^E}{RT X_1 X_2}$ نسبت γ_1 ← مارکولس

۸۹ بر رویه مایع معکوس: اگر در منطقه روعا زی فشار را افزایش دهیم یا دمای آن را کاهش بدهیم بیشتر حاصل شود و در منطقه بی روعا فوق لانگ می شویم.

۹۴ ✓

۹۵ راه درست به جواب نرسیدم.

۹۶ ✓

۹۷ به جواب نرسیدم.

۹۹ ✓

۱۰۰ مایع A در $P = 1 \text{ atm}$ اندازه ۰.۱۰۰۵ در B حل می شود در A نامعلوم: $P = \gamma$
 $\gamma_1 P_1^S \gamma_2 \gamma_3 P_4$ صرفاً P_1^S فقط تطبیق
 $\rightarrow \delta = 100$

۱۰۱ قوتی است مایع از تباع و مایع دیگر کم طبق قانون Pointing صد مایع است و طبق تعریف مایع قوتی است مایع از تباع و مایع دیگر کم متفاوت خواهد بود.

فصل سوم / ترمو / ترمو / تعادل خازها

$$x_1^I \gamma_1^I = (1 - x_2^II) \gamma_1^II \quad x_2^II \gamma_2^II = x_1^I \gamma_1^I \quad (2)$$

$$\hat{P}_1^I = \hat{P}_1^II \quad \text{از کجاست؟} \rightarrow y_{\text{آند}} = 1$$

13) هر چه در یک محلول صفر جزئی ایده آل با ضرب فوق سطح آن بصورت خاص بر آن

$$\hat{\Phi}_i = \frac{\hat{P}_i}{x_i P} \quad \hat{P}_i^d = x_i P_i \quad (17)$$

در همه آزوتروپ :
 $\mu^V = \mu^L$
 $\Phi^L = \Phi^V$
 $v^L = v^V$
 تمام محلول بخار = مجموع مایع
 تاندم شیمی بخار = تاندم تاندم مایع
 ضرب فوق سطح بخار = ضرب فوق سطح مایع

$$P^{AZ} = \gamma_A P_A^{sat} \quad \text{از آن می توان استفاده روفازه باشد} \quad (18)$$

20) در سیستم

$$x_1 x_1 P_i^s = \gamma_1 P_i \quad \text{در سیستم ترموگنیکها} \quad (21)$$

جز مایع است در تمام محلول

22) آتون

$$\gamma_1 P_i = k \quad \text{تبدیل هزینه}$$

23) تعادل بین ران این نشان دهنده بریت آورده نه خسته جزئی بخار آب

$$\sum_{i=1}^n k_i x_i = 1 \quad \text{نظم صواب} \quad (24)$$

$$y_i P = x_i P_i^{sat} \Rightarrow x_i = \frac{y_i P}{P_i^{sat}} \rightarrow 1 = \sum \frac{y_i P}{P_i^{sat}} \quad (25)$$

→ در تمام → TV

۲۸) * وقتی در محلول ایده آل استوار است

$$\chi_1 \delta_1 P_1^s = y_1 P_t$$

سوق گاز و مایع
برای استوار

$$y_1 P = \chi_1 P_1^s \rightarrow \chi_1 = \frac{y_1 P}{P_1^s} = \frac{P_1}{P_1^s}$$

خواسته در
فقط در χ_1
را برسد.

مطلوب
استوار

$$\hat{a}_1 = \chi_1 \rightarrow \hat{a} = \frac{P_1}{P_1^s}$$

* رقم شود: کلمات استوار و ضریب استوار استوار

$$y_1 P = \chi_1 \delta_1 P_1^s \xrightarrow{\chi_1 = y_1} \delta_1^{az} = \frac{P^{az}}{P_1^{sat}} \text{ و } \delta_2 = \frac{P^{az}}{P_2^{sat}} \quad (۲۹)$$

$\rightarrow \delta_1, \delta_2 \checkmark \rightarrow$ استوار استوار (وجود دارد)
مطلوب استوار استوار

$$\hat{f}_i^V = \hat{f}_i^L \rightarrow y_i \hat{\phi}_i^V P = \chi_i \hat{\phi}_i^L P \quad (۳۳)$$

$$k_i = \frac{y_i}{\chi_i} = \frac{\hat{\phi}_i^L}{\hat{\phi}_i^V}$$

$$\chi_1 P_1^s \delta_1 = y_1 P_t \rightarrow \frac{\hat{a}_1}{\chi_1} \rightarrow \hat{a}_1 \checkmark \quad (۳۷)$$

$$\frac{\hat{a}}{x} \leftarrow \delta_1 = e^{Bx} \quad (۳۸) \checkmark$$

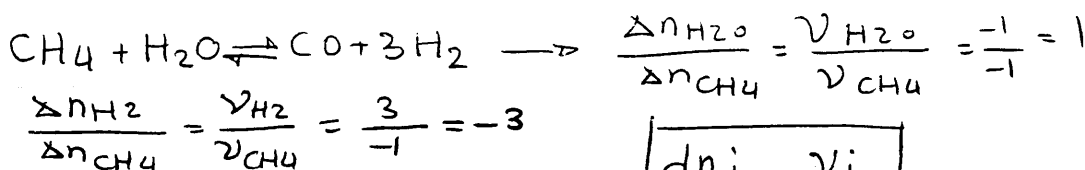
روابط و مولهای تعقیب می یابیم / فصل ۱

تعادل واکنش های شیمیایی

مختصه واکنش: * کاتالیزور اثری برع ندارد و نسبت واکنش دهند و نیت به محصولات ϵ بیشتر یا کمتر در در.

$\sum \nu_i A_i = 0$ واکنش دهند - محصولات +

A_i : مول شیمیایی : ضریب استوکیومتری



$\frac{dn_i}{dn_j} = \frac{\nu_i}{\nu_j}$

$\frac{dn_1}{\nu_1} = \frac{dn_2}{\nu_2} = \frac{dn_3}{\nu_3} = \dots = d\epsilon$

ϵ : پیشرفت واکنش یا مختصه واکنش

ϵ : میزان یا درجه پیشرفت واکنش را مشخص می کند

$\frac{dn_i}{\nu_i} = d\epsilon$

داده اولیه -
محصولات +
تغیارات مولهای فرغ در ابتدا واکنش

$$y_i = \frac{n_{i0} + \nu_i \epsilon}{n_0 + \nu \epsilon}$$

$\sum n_{i0}$ ← $\sum \nu_i$

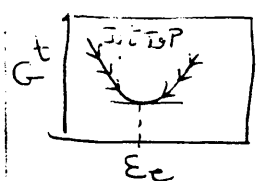
* مثالهای ص ۲۵۲ و ص ۲۵۳

کاربرد معیارهای تعادل در واکنش های شیمیایی

* اثری آزاد کل سیستم یک سیستم بسته در T و P ثابت ضمن یک واکنش برگشت ناپذیر باید کاهش یابد و شرایط تعادل در چنین سیستمی موقع فروریزیدن رابطه زیر برقرار باشد:

$[dG^t]_{T,P} = 0$ اگر فرمولی از اضداد شیمیایی در تعادل باشند هر واکنشی که اتفاق

می افتد باید برگشت ناپذیر باشد و در آن P ثابت نگاه داشته شود اثری کل سیستم بسته کاهش یابد.



* هر دو ستاره از این معیار تعیین ϵ می باشد

* حالت تعادل دو یک سیستم بسته در T و P ثابت حالتی است که برای آن اثری آزاد کل سیستم نسبت به تمام تغییرات ممکن یک مقدار مطلق باشد

تغییر انرژی آزاد گیبس و ثابت تعادل : $-RT \ln K = \sum \nu_i G_i^\circ = \Delta G^\circ$
 $K = e^{-\frac{\Delta G^\circ}{RT}}$

رابطه فوق K را به مقادیر استاندارد G_i° ربط دهد.
 * K تابع از دما است. * ΔG° : این کمیت تغییر انرژی گیبس استاندارد واکنش خوانده می شود.

$\Delta G^\circ = \sum \nu_i G_i^\circ$ یعنی اختلاف بین انرژی های آزاد گیبس محصولات و واکنش دهندگان به شرطی که هویه در حالت استاندارد و بصورت ضامن و برده های سیستم و در فشار ثابت وجود داشته باشند.

* وقتی دما معین باشد ΔG° معین است و مستقیماً از فشار و ترکیب نسبی تعادل است.

ثابت تعادل : $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \quad \Delta n = (c+d) - (a+b)$
 دماست تعادل = $K_c = \frac{C_c^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b}$

دماست گازی : $C_A = \frac{P_A}{RT} = \frac{y_A \cdot P}{RT}$
 $\rightarrow K_c = \frac{C_c^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b} = \frac{P_c^c P_D^d}{P_A^a P_B^b} (RT)^{-\Delta n} \quad \Delta n = \nu$

$\rightarrow K_c = K_p (RT)^{-\Delta n} = \frac{y_c^c \cdot y_D^d}{y_A^a \cdot y_B^b} (RT)^{-\Delta n} \cdot P^{\Delta n}$

$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n} = K_y (RT)^{-\Delta n} \cdot P^{\Delta n} = K_y \left[\frac{P}{RT} \right]^{\Delta n}$

$K_y \cdot P^{\Delta n} = K_p \quad \text{اگر } \Delta n = 0 \rightarrow K_y = K_c$

اثر دما بر ثابت تعادل :

$\frac{d \left(\frac{\Delta G^\circ}{RT} \right)}{dT} = \frac{-\Delta H^\circ}{RT^2} \quad \frac{\Delta G^\circ}{RT} = -\ln K$

Ⓐ $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2} \rightarrow \int \ln \frac{K}{K_1} = -\frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right)$

معادله I اثر دما را بر ثابت تعادل و در نتیجه تبدیل تعادل ارائه می دهد. واضح است که اگر ΔH° مثبت باشد یعنی واکنش گرمازا باشد ثابت تعادل با افزایش دما کاهش می یابد و بالعکس. * استدلال گیری از رابطه بین دماست ثابت ΔH° (تغییر آنتالپی استاندارد واکنش) است و میتوان نسبت به دماست و دماست * این حالت نشان می دهد در دماست دماست نتایج خوب ارائه می دهد.

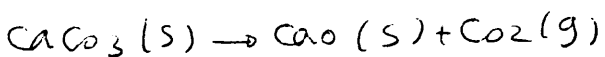
درجه آزادی:

$$F = 2 - \pi - r - S + N$$

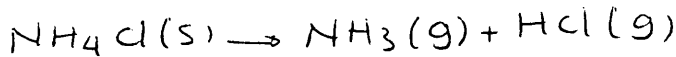
تعداد اجزاء →
 تعداد اجزاء
 تعداد مولکولها
 تعداد واکنشها
 تعداد مولکولها مستقل

- * فازهای طازیک فاز محسوب می‌شوند.
- * همپایان جرمیک فاز محسوب می‌شود.
- * در مورد مایع با برهم‌نشی شدن آلیاژها ریاضیات با هم افتراخ پذیرند یا نه. اگر افتراخ پذیر باشند یک فاز محسوب می‌شوند.
- * آنزوتروپیک یک هم‌درجه‌ای است. $S=1$
- * ضلع هم‌درجی غیر باشد ولی فشار یک هم‌درجی است.

مثال ۲۴۱ و ۲۴۲



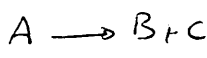
$N=3 \quad r=1 \quad \pi=3 \quad S=0$



چون محصولات در غارت‌کاری هستند لذا هم‌درجه‌ای فشار و دما و هم‌درجه‌ای آنتالپی با هم برابرند و این یک هم‌درجی محسوب می‌شود.

$N=3 \quad r=1 \quad \pi=2 \quad S=1$

* اما اگر در ابتدای واکنش مقدار NH3 و HCl فقط موجود بود رابطه استوکیومتری برقرار نبود و $F=2$ می‌شد.

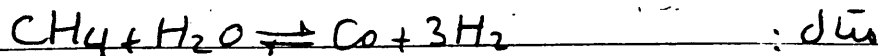


اگر بگویید در ابتدای واکنش فقط A وجود دارد یک هم‌درجی است چون $X_B = X_C$

موضوع واکنش: ϵ

واکنش صوری واکنش: $\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 + \dots = 0$

ν_i : واکنش منفرجه، محصولات مثبت



$\nu_{CH_4} = -1$ $\nu_{H_2O} = -1$ $\nu_{CO} = 1$ $\nu_{H_2} = +3$

~~$\frac{\Delta n_i}{\nu_i} = \epsilon$ $\frac{\Delta n_{CH_4}}{-1} = \frac{\Delta n_{H_2O}}{-1} = \frac{\Delta n_{CO}}{1} = \frac{\Delta n_{H_2}}{3} = \epsilon$~~

~~$\frac{dn_2}{\nu_2} = \frac{dn_1}{\nu_1} = \frac{dn_2}{\nu_2} = \frac{dn_1}{\nu_1} = d\epsilon$~~

$dn_i = \nu_i d\epsilon$

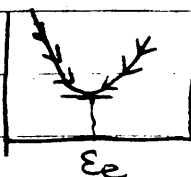
ϵ : موضوع واکنش نامیده می شود، میزان واکنش را مشخص می کند

$\int_{n_i}^n dn_i = \int_{\epsilon} \nu_i d\epsilon$

$\int_2^{n_{CH_4}} dn_{CH_4} = - \int_0^{\epsilon} d\epsilon$

$y_{CH_4} = \frac{n_{oi} + \nu_i \epsilon}{n_o + \nu \epsilon}$

$y_{CH_4} = \frac{2 - \epsilon}{n_o + 2\epsilon}$

معیار تعادل در واکنش های شیمیایی:  $(dG^+)_{T,P} = 0$

تغییر انرژی آزاد گیبس و ثابت تعادل: $RT \ln K = \sum \nu_i G_i^{\circ} = \Delta G^{\circ}$

$K = e^{-\frac{\Delta G^{\circ}}{RT}}$

این رابطه مقادیر استاندارد G_i° بر پایه K ثابت تعادل نامیده می شود و تابعی از دما است. ΔG° : G_i° در حالت استاندارد در دمای سیدم و فشار ثابت. ΔG° بر پایه واکنش معین ثابت است.
 بر مبنای چهارم اصل

$$K_c = \frac{C_c \cdot C_d}{C_A^a \cdot C_B^b}$$
ثابت تعادل

$$C_A = \frac{P_A}{RT} = \frac{y_A \cdot P_T}{RT} \quad C_B = \frac{P_B}{RT} = \frac{y_B \cdot P_T}{RT}$$

$$C_C = \frac{P_C}{RT} = \frac{y_C \cdot P_T}{RT} \quad C_D = \frac{P_D}{RT} = \frac{y_D \cdot P_T}{RT}$$

$$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n}$$

$$P^{\Delta n} K_y = K_p$$

$$RT^{\Delta n} K_c = K_p$$

$$K_y P^{\Delta n} = K_c RT^{\Delta n}$$

$$K_y \left[\frac{P}{RT} \right]^{\Delta n} = K_c$$

$$k \leftarrow \frac{d \left(\frac{\Delta G^\circ}{RT} \right)}{dT} = - \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}$$

اثر دما بر ثابت تعادل:

ΔH° : گرمای واکنش (تغییر آنتالپی استاندارد)

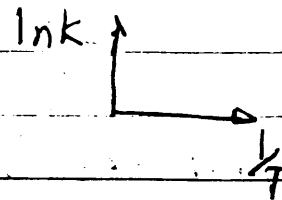
$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}$$

$\Delta H^\circ < 0$ گرمازا
 $\uparrow k \quad \uparrow T \leftarrow$

$\Delta H^\circ > 0$ گرماگیر
 $\downarrow k \quad \uparrow T \leftarrow$

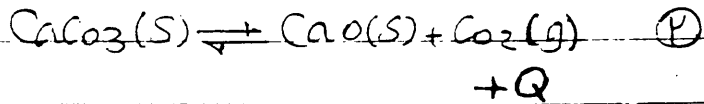
$$\ln \frac{k_2}{k_1} = - \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

ΔH° با علامت
 (درجه حرارت)



* نکته: افزایش دما به نفع واکنش که $\Delta H^\circ < 0$ است $\uparrow \epsilon \leftarrow \uparrow P$

اوطاق و مول در آن حضور. تعداد واکنش های ترمیمی (کافی نیست)



(1) حد اکثر ترمیم بر پایه برابری و حد اولی اندازه. فرض می کنیم n مول است

(11) مول اولی را اندازه فرض می کنیم. کمتر از n مول A و n مول B . البته اگر مقدار دیگری فرض شود باز هم n مول B برسد پس برابر

(12)

(13) فرض کنیم x مقدار مول حد دوم بقدرت

$$2A \rightleftharpoons B$$

$$80 - 2x \quad 20 + x$$

$$80 - 2x = x$$

$$\rightarrow x = \frac{80 - x}{2}$$

له x کو ضریب را با x ضریب می کنیم

(14) K : نسبت تعداد واکنش ها به هم، نسبت واکنش ها در

(15) ثابت تعادل K و واکنش اگر متعادل می شود

(16) جهت واکنش را با Q و K و واکنش برابری

* اثر تغییرات در دما، از نوع ثابت تعادل را می بینیم در هر یک از حالات

* جهت از نوع n ها و مول: $\frac{n_{10} + 2n_0}{n_0 + 2n_0}$ را بنویس

(17) با جمع کردن واکنش I و دو برابر کردن واکنش II و واکنش III حاصل می شود

(18) پرسیده چه چیزی ولد واکنش شده. n برابر است با n . $n_{10} = 2n$

$$P = \frac{3n}{n_{10}}$$

$$G = \frac{1}{2}$$

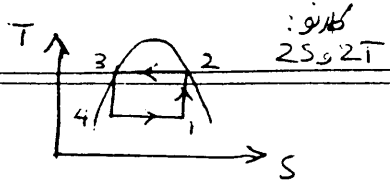
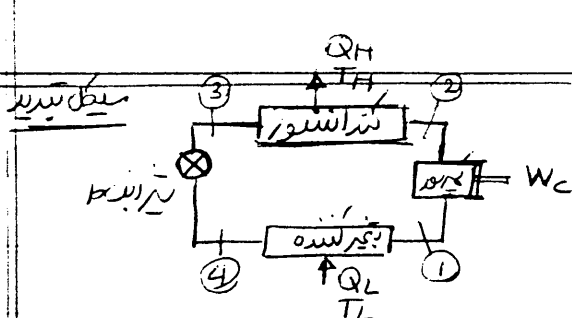
سیکل های ترمودینامیک :

- سیکل کارنو : $2T$ و $2S$
- سیکل رانکین : $2P$ و $2S$
- سیکل تبرید تراکم کننده
- و سیکل تبرید جذبی : $2P$ و $2S$

سیکل های مکانیک :

- سیکل اتو : $2V$ و $2S$
- سیکل دیزل : $2P$ و $2S$
- برانتون : $2P$ و $2S$
- ارتانیک : $2T$ و $2V$
- ارتالسون : $2T$ و $2P$

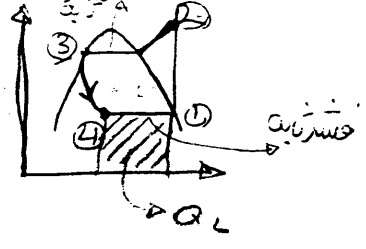
ترمودینامیک / قسمت پنجم / ص ۱
(سیکل ها)



سیکل تبرید تراکمی :

- ۱) کمالات کارنو: ۱) دوروی به کمپرسور مخلوط بخار و مایع
- ۲) مشکل نداشتن سوختن و ۳) تبریک کننده

۴) شیر انبساط فرایند ایزنتروپیک می تواند باشد بلکه بازگشت نابذیر است و همراه با افزایش آنتروپی



سیکل تبرید تراکمی سیکل اصلاح شده، تبریک کارنواست

حداثران $\beta = \frac{Q_L}{W}$

- ۱) اگر دمای فشار خروجی از تبریک کننده (یا ورودی به کمپرسور) افزایش یابد ضریب عملکرد سیکل تبریدی افزایش می یابد

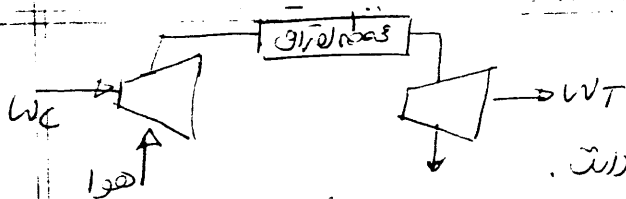
در سیکل تبرید تراکمی از سیال آبی استفاده می کنیم که ضریب شمول همسوی نسبت آبی کمتر است $\beta_{H_2O} > \beta_{R134a}$ فادرو آنتروپی کند انشور بیشتر سرد شدن و تبریک کننده Q_L بیشتره بگیرند سیکل تبرید تراکمی می تواند چون در کمپرسور تراکم می گردد

سیکل تبرید جذبی :

در سیکل تبرید تراکمی : کار کمپرسور بالا ولی تادمهای ضعیف یا بین سرومایش داریم

اما در سیکل تبرید جذبی : یک سیال (آمونیاک) در یک صاف آب (حل شده رقیق شده) و مخلوط حاصل توسط محیط ممتراکم می گردد و چون حجم ویژه مایعات ضعیف کم است لذا کار کمپرسور کم است
 حیل کمتری از سیکل تبرید تراکمی است بنده سینی ولی امکان دسترسی به دماهای ضعیف یا بین نیست
 * تفاوت سیکل در نحوه تراکم است. یکچنان نوعی بر اساس سیکل تبرید جذبی کار می کند

روابط و فرمولهای مختلفی در سیکل توربین گازی (دینامیک توربین گازی) وجود دارد.

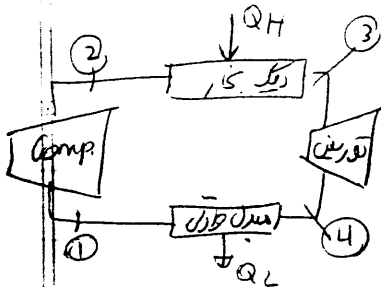


سیکل توربین گازی

الذمان سیکل کم است چون مصرف انرژی کم است و سوخت زیاد است.

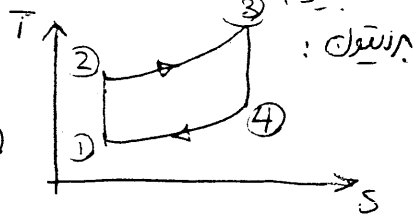
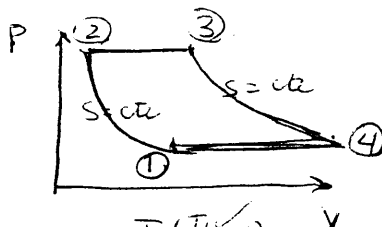
این از مدتی بدین وسعت بازده کم سوخت و توربین که هشت می باشد و یک مصرفی کم سوخت زیاد شده و در حد دراز زمان کل سیکل به صورت ترکیبی گردد.

سیکل برانتون: سیکل شبیه سازی سیکل توربین گازی



① تراکم ایزنتروپیک
② انبساط ایزنتروپیک (توربین)
③ Q_H فضا ثابت
④ Q_L فضا ثابت

برانتون: سیکل برانتون



2V و 2S: آنتروپی
2S و P و V: دینامیک
2S و 2P: برانتون

$$\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{C_p(T_4 - T_1)}{C_p(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_1(\frac{T_4}{T_1} - 1)}{T_2(\frac{T_3}{T_2} - 1)}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{1}{\frac{T_2}{T_1}} = 1 - \frac{1}{(\frac{P_2}{P_1})^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} = 1 - \frac{1}{r_p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$$

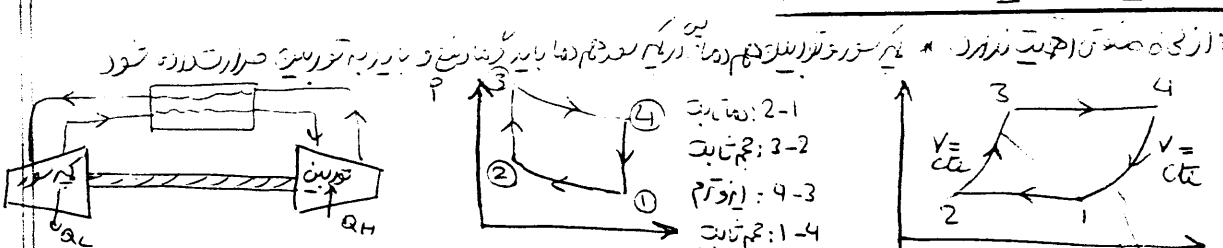
$$r_p = (\frac{P_2}{P_1}) > 1$$

$$\eta = 1 - \frac{1}{r_p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$$

* راندمان در سیکل برانتون به نسبت فضا بستگی دارد.
* هر چه نسبت فضا در سیکل برانتون افزایش یابد راندمان هم افزایش می یابد.

- ① افزایش نسبت فضاها (در صورتی که افزایش یا بدو یا با تغییر در دما صورت پذیرد).
- ② کم سوخت را چند عصاره آن بازمی (چند T و وی با کم مصرف).
- ③ توربین را چند عصاره آن با کم سوخت (همه ها).
- ④ از گاز حاصل از احتراق بین از توربین برای گرم کردن سیال فعال استفاده کنیم.

سیکل استرلینگ 2T و 2V



$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$$

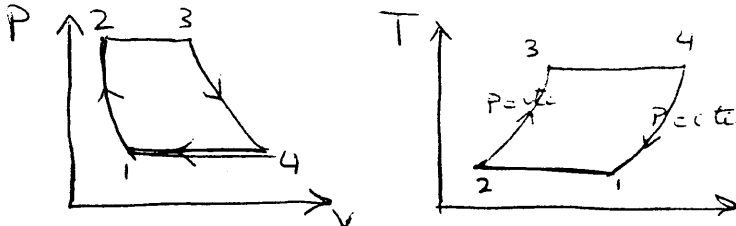
$$\Delta S = -R \ln \frac{P_2}{P_1} \rightarrow \Delta S < 0 \quad 3 \rightarrow 2$$

$$\Delta S > 0 \quad 4 \rightarrow 3$$

از گاز را ایده آل فرض کنیم: ترمودینامیک اصل

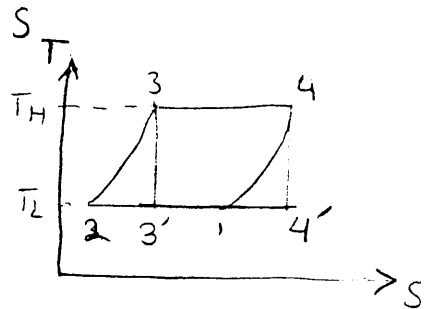
سیکل اریکسون : شکل کاملاً مانند استرلینگ با این تفاوت که فرآیندهای حجم ثابت با دما ثابت
در سیکل اریکسون جایگزین شده است.

* سیکل اریکسون در مرتبه اول در صورتی تراشیده و فقط با دماهای گوناگون از دماهای
سیکل رانده کار می‌کند.
سیکل اریکسون :



* اگر در اریکسون و استرلینگ، مبدل‌های به
شکل لوله‌ای کار کنند یعنی دماهای سطح شده
از سطح 1 تا 2 توسط مبدل 2 تا 3 جذب شود
و از آنجا که دما در مبدل 3 تا 4 و 4 تا 1
صاف است پس دماهای 2 تا 3 و 3 تا 4
استرلینگ و اریکسون به کار می‌آید.

سیکل کارنو:
34 4' 3'



* توجه اگر در سیکل برایتون و آنتی-راکفورد و اریکسون و استرلینگ و فرآیندهای
تراکم و انبساط به حالت ایزوترم نزدیک شده بنابراین در سیکل برایتون با تراکم و انبساط
2P و 2T داریم. بنابراین: اولاً: با چیدمانی ساختن کمپرسور و توربین سیکل برایتون
به سیکل اریکسون نزدیک خواهد شد. ثانیاً: چیدمانی ساختن کمپرسور و توربین به سیکل اریکسون
سیکل برایتون به اریکسون می‌شود یعنی راندهای سیکل به سیکل کارنو نزدیک شده و این مبدل‌ها
راندهای می‌کند.

روابط موجود بین خواص سیکن های مختلف

در یک موتور احتراق داخلی فرآیندهای زیر رخ می دهد: (۴ فرآیند):

در سیکن بزنی ابتدای هوا با هم مخلوط می شوند و مخلوط وارد سیلندر می گردد:

(۱) تراکم: در آن تراکم هم انداز کافی انجام می رود. (۲) احتراق: شمع جرقه می زند، مخلوط مشتعل می گردد.

(۳) در آن زمانی حاصل می شود تا نقطه آخر تا حدی منبسط شود. (۴) بازگشت حاصل از احتراق به جویه دفع می گردد. با این سیستم ولایت و اکسیژن + سیستم باز برای بررسی وضع می کنیم:

(۱) برای سوخت و هوا فقط هوا (۲) برای احتراق گرمان Q_H می دهیم. (۳) جویه حاصل از احتراق

دفع می شود از سیلندر (۴) هوا را با زاید آن با C_p و C_v ثابت فرض می کنیم.

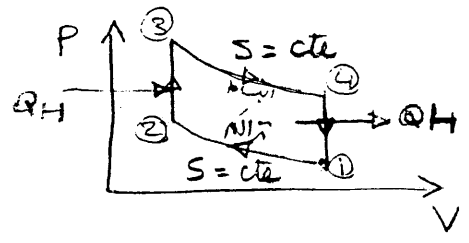
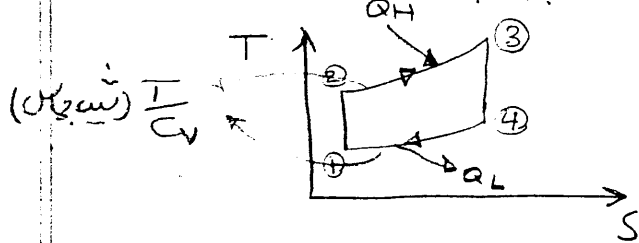
* علاوه بر احتراق داخل برای سیکن های مختلف هم همین طرز است.

سیکل اتو: شبیه سازی موتورهای احتراق داخلی ۴ زمانه

(۱) تراکم: Adia. و P_{ev} - Isentropic (۲) انتقال گرما در حجم ثابت

(۳) انبساط: Isentropic (۴) دفع گرما از سیلندر فعال در حجم ثابت

سیکل اتو $\frac{2S}{2V}$ * انتقال حرارت به سیلندر فعال و دفع حرارت از سیلندر فعال در حجم ثابت صورت می گیرد. حجم ثابت غیر واقف است.



(* max) دمای سیکن بعد از فرآیند احتراق در نقطه ۳ اتفاق می افتد. (* در یک دمای ثابت دومی

۲ تا ۳ و ۴ تا ۱ تقریباً با هم موازی هستند (شیب هردو $\frac{T}{C_v}$ است).

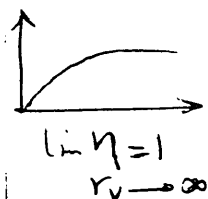
(* با افزایش دمای max زمان افزایش می یابد:

$$\eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{C_v(T_4 - T_1)}{C_v(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_1(\frac{T_4}{T_1} - 1)}{T_2(\frac{T_3}{T_2} - 1)}$$

Isentropic: $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{V_1}{V_2})^{\gamma-1} = (\frac{V_4}{V_3})^{\gamma-1} = \frac{T_3}{T_4} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4}$ یا $\frac{T_3}{T_2} = \frac{T_4}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

$r_v = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = r_v^{\gamma-1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{1}{r_v^{\gamma-1}}$

رانندگی سیکن اتو تا حدی از بند زیند تراکم یا رانندگی سیکن اتو تا حدی از حجم گاز قبل و بعد از تراکم. با افزایش تراکم رانندگی سیکن اتو افزایش می یابد.

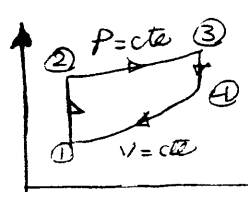
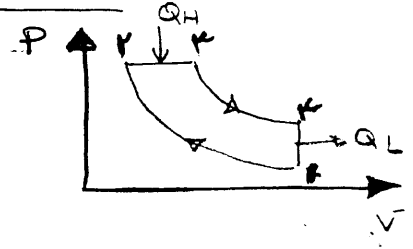


ترمو/ پنجم / صفت

سیکل دیزل : سیکل تبدیل سازی موتورهای گازوئیلی :

* در موتور گازوئیلی هوا به تنهایی وارد سیلندر شده و در اثر تراکم دما به شدت افزایش می یابد در این لحظه سوخت روی هوا پاشیده می شود و در تراقی صورت می گیرد. ولی در موتور بنزینی مخلوط و تراکم می گردد.

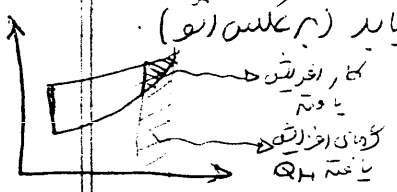
- سیکل دیزل : ① تراکم اینترنویک ② انتقال حرارت به سیال فعال در فشار ثابت
 ③ انبساط اینترنویک ④ رفع حرارت از سیال فعال در حجم ثابت



سیکل دیزل : $2S$ و P_0V

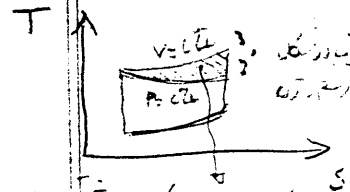
تیب ها : $\frac{T}{C_p}$ و $\frac{T}{C_v}$
 تیب 2 تا 3 و 3 تا 4

* در سیکل دیزل اگر دمای max را افزایش دهیم راندمان کاهش می یابد (برعکس اتو)



در سیکل دیزل: نسبت تراکم : $r_v = \frac{v_1}{v_2}$
 بساط : $r_e = \frac{v_4}{v_3}$

در سیکل دیزل : $r_v > r_e$

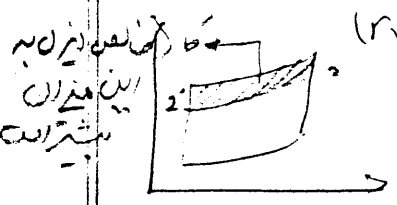


راندمان سیکل اتو بیشتر است یا سیکل دیزل
 * در نسبت تراکم یکسان راندمان سیکل اتو بیشتر است

راندمان سیکل دیزل است * در نسبت تراکم یکسان نقطه 2 برای

هو در سیکل دیزل است . یعنی $\eta_{اتو} > \eta_{دیزل}$ $(r_v)_{اتو} = (r_v)_{دیزل}$

در اتو مخلوط سوخت هوا به تراکم می گردد اگر تراکم زیادتر مخلوط عین از جرقه شمع تری می گردد
 در این حالت انفجار Detonation می شود ولی در سیکل دیزل دمای کمتری می تواند داشته باشد



می توان مخلوط را فشرده کرد
 و در سیکل : $\eta_{اتو} > \eta_{دیزل}$
 یعنی $(r_v)_{دیزل} > (r_v)_{اتو}$