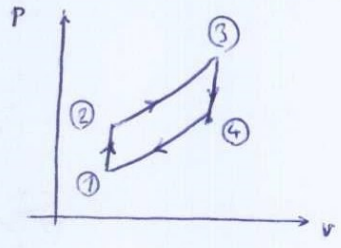


فصل 8 : سیستم‌های ترکیبی

1- سیکل فرودناهی : حالت اولیه در پهنای سیستم بر هم منطبق باشند

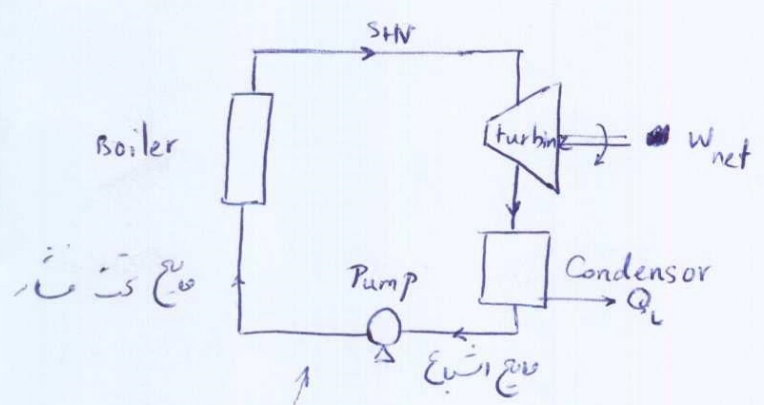


سازگی خدین اصول فرودناهی سیستم به حالت اولیه با برگشتن به حالت اولیه

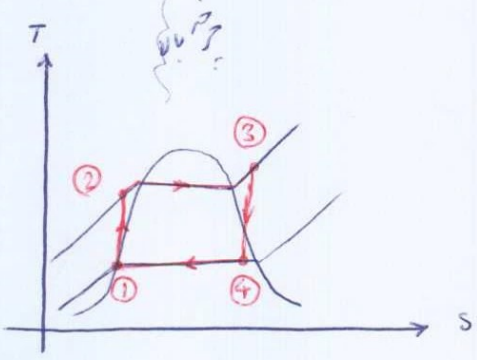
* سیکل‌ها فرودناهی را سیکل‌ها هم می‌گویند

در سیکل‌ها شیمی تغییرات قدرتی و فشاری رخ می‌دهد و جهت شیمی تغییر نمی‌کند

← سیکل فرودناهی



2- سیکل‌ها فشاری یا سیکل‌های باز : سیکل کامل تغییر جهت هم می‌دهد که معمولاً در اثر فرودناهی اجزای (موردی که اجزای داخلی)



- 1 → 2 : ثابت s
- 2 → 3 : ثابت P
- 3 → 4 : ثابت s
- 4 → 1 : ثابت P

* سیکل رانکین :

هدف از این در نظر گرفتن است: شباهتی دارد، مقادیر مورد نیاز

رابطه حرارتی است *

$$\eta = \frac{W_{net}}{Q_H} = \frac{\text{کار تولیدی}}{\text{انرژی مصرف شده}} = \frac{|W|}{|Q_H|} \quad ; \quad 0 < \eta < 1$$

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

$$\eta = 1 - \frac{|Q_L|}{|Q_H|}$$

برای اینکه کار تولیدی مثبت بتواند باشد $|Q_L| \neq 0$

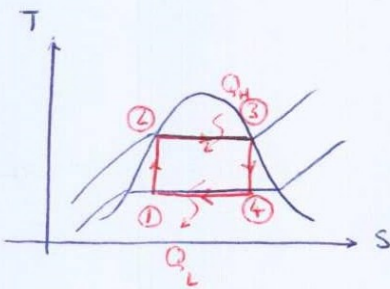
رابطه در است: $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$

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

$$\rightarrow \text{کار} \eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

$\eta_{کار} < \eta_{رانتن}$

* بر طبق قضیه کارنو داریم:



$$s_1 = s_2$$

$$T_2 = T_3$$

$$s_3 = s_4$$

$$T_4 = T_1$$

مردار $T-s$ برای است کارنو:

در نقطه 1: فلوئید ویار اشباع موجود است که در هفتمت یک فرود دارد. اگر s در فازی از یک عبور کند

بدون Cavitation رخ دهد

در نقطه 3: تر بخار اشباع موجود است که در هفتمت آروشن فرود دارد. s عبور از آروشن باید تر بخار باشد

بدرجه ای آروشن آب وارد شود. این تولید بخار در s است وجود ندارد.

در هر است: $\eta \propto \left(1 - \frac{\bar{T}_L}{\bar{T}_H}\right)$

$\bar{T}_L =$ متوسط دما منبع سرد

$\bar{T}_H =$ متوسط دما منبع گرم

در است رانتن: $\bar{T}_H = \frac{T_2 + T_3}{2}$

$\bar{T}_L = \frac{T_1 + T_4}{2}$

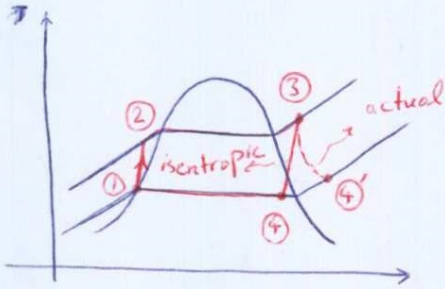
$$\eta_s = \frac{w_a}{w_s} = \frac{\text{کار خروجی واقعی}}{\text{کار خروجی ایزنتروپیک}}$$

* دانده انورسبل : (از) توربین : $\eta_s = \frac{h_i - h_{oa}}{h_i - h_{os}}$

$$w_a = h_i - h_{oa}$$

$$w_s = h_i - h_{os}$$

$$\Rightarrow \eta_s = \frac{h_i - h_{oa}}{h_i - h_{os}}$$



$$\eta_s = \frac{w_s}{w_a} = \frac{\text{کار ایزنتروپیک}}{\text{کار واقعی}} = \frac{h_i - h_{os}}{h_i - h_{oa}}$$

ب ۱ کب

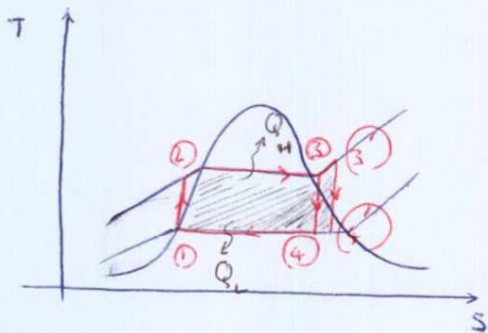
$$0 < \eta_s < 1$$

** کار اول در فرضیه SSSF : با فرض اینکه از نظر ترمودینامیکی اجزای چرخشی و استاتیک :

$$\begin{cases} \dot{Q}_{cv} + \dot{m} h_i = \dot{w}_{cv} + \dot{m} h_o \\ \dot{q}_{cv} + h_i = w_{cv} + h_o \end{cases}$$

← توربین عموماً در دو حالت کار می کند : ۱- در حالت کار کم (۱-۲-۳-۴) و ۲- در حالت کار زیاد (۱-۲-۳-۴')

(P₂, P₄, P_{4'}) (P₁, P₃, P_{3'})
 Min - 3 Max - 2



نتیجه : در حالت کار زیاد (۱-۲-۳-۴') کار خروجی بیشتر است (w₃, 3) و در حالت کار کم (۱-۲-۳-۴) کار خروجی کمتر است.

$$Q_{net} = W_{net} \text{ (برابر است)}$$

توربین در حالت کار زیاد (۱-۲-۳-۴') کار خروجی بیشتر است (w_{net})

$$w_{net}(123'4') > w_{net}(1234)$$

$$x_{(4')} > x_{(4)}$$

نسبت کار خروجی از ورودی	اندازه حرارتی	اثر بر بار
+	+	Max دما
-	+	Max فشار
+	-	min دما

تغییر انتالپی در یک پمپ

$$\Delta H_{\text{pump}} = \int_{P_1}^{P_2} v \, dP$$

!

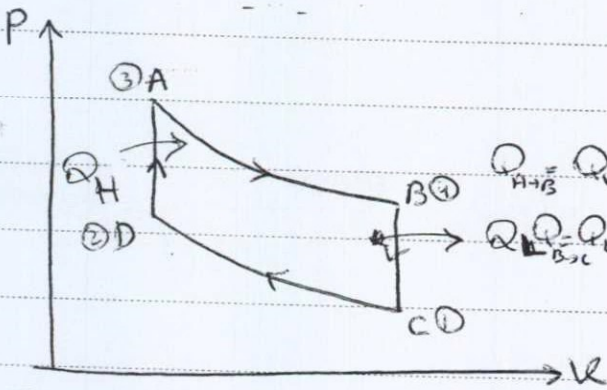
سیستم‌ها مطابق با سطح استاندارد هوا
 1- محلول‌ها (محلول‌ها با بار و غیره) مانند (1) محلول‌ها
 2- محلول‌ها (محلول‌ها با بار و غیره) مانند (2) محلول‌ها
 و محلول‌ها با بار و غیره (محلول‌ها با بار و غیره) مانند (2) محلول‌ها
 داخل محلول‌ها با بار و غیره (محلول‌ها با بار و غیره) مانند (2) محلول‌ها
 داخل محلول‌ها با بار و غیره (محلول‌ها با بار و غیره) مانند (2) محلول‌ها

سیستم‌ها مطابق با سطح استاندارد هوا
 برای بررسی سیستم‌ها مطابق با سطح استاندارد هوا
 سطح استاندارد هوا

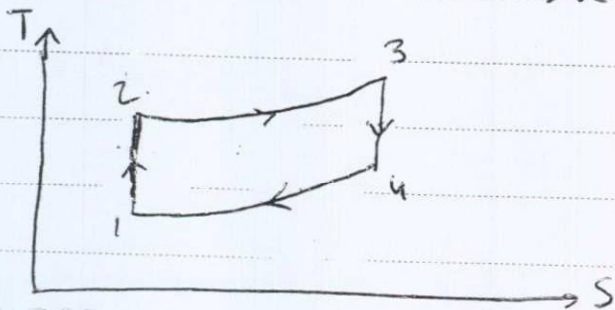
- 1- سطح استاندارد هوا: 1- سطح استاندارد هوا
- 2- سطح استاندارد هوا: 2- سطح استاندارد هوا
- 3- سطح استاندارد هوا: 3- سطح استاندارد هوا
- 4- سطح استاندارد هوا: 4- سطح استاندارد هوا
- 5- سطح استاندارد هوا: 5- سطح استاندارد هوا

سیستم‌ها مطابق با سطح استاندارد هوا
 داخل محلول‌ها با بار و غیره (محلول‌ها با بار و غیره) مانند (2) محلول‌ها
 داخل محلول‌ها با بار و غیره (محلول‌ها با بار و غیره) مانند (2) محلول‌ها

سیستم استاندارد هوای اتو (otto)



$Q_{A \rightarrow B} = Q_H = m C_v (T_A - T_B)$: تحول A → B : تبدیل
 $Q_{B \rightarrow C} = Q_L = m C_v (T_C - T_B)$: تحول B → C : تبدیل
 تحول C → D : تبدیل
 تحول D → A : تبدیل

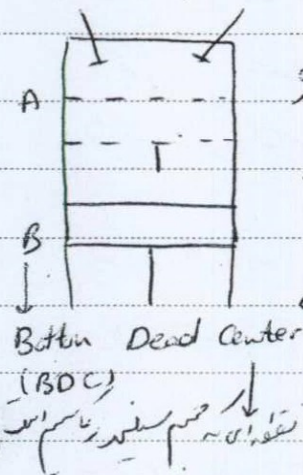


Subject:

Year. Month. Date. ()

(gas car)

سیکل اتو، سیکل مایه، موتورهای احتراق داخلی



این مخلوط سوخت در هوا وارد سیلندر شده، در آنجا به قدر کافی گرم می‌شود و سوخت می‌سوزد و پستون شروع به حرکت می‌کند. مخلوط سوخت در هوا می‌سوزد تا به بالاترین نقطه می‌رسد. (Top Dead Center) در مخلوط سوخت در هوا می‌سوزد تا به بالاترین نقطه می‌رسد. در این مرحله تمام انرژی در دسترس در این نقطه متمرکز می‌شود و پستون را به سمت پایین می‌راند. در این مرحله سوخت سوخته شده و در پستون جمع می‌شود. در این مرحله سوخت سوخته شده و در پستون جمع می‌شود. در این مرحله سوخت سوخته شده و در پستون جمع می‌شود.

موتور سیکل اتو: در این موتور سوخت در یک محفظه کوچک و در یک نقطه از محفظه سوخت می‌سوزد و در این نقطه سوخت سوخته شده و در پستون جمع می‌شود. در این مرحله سوخت سوخته شده و در پستون جمع می‌شود. در این مرحله سوخت سوخته شده و در پستون جمع می‌شود.

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_H}$$

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

$$\eta_{th} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} \rightarrow \eta_{th} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \rightarrow \eta_{th} = 1 - \frac{mC_v(T_1 - T_4)}{mC_v(T_3 - T_2)}$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_1(1 - \frac{T_4}{T_1})}{T_3(1 - \frac{T_2}{T_3})}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} \quad \text{در یک رابطه} \quad PV = RT$$

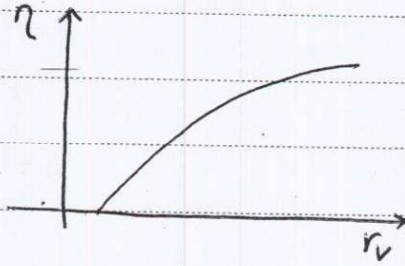
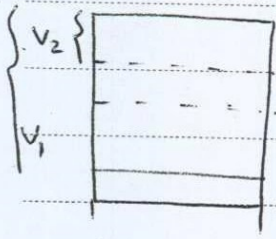
$$\gamma \approx 1.4$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$\eta_{th} = 1 - (r_v)^{1-\gamma}$$

$$r_v = \frac{V_1}{V_2} = \text{نسبت تراکم} = \text{Compression ratio}$$



$$r_v \uparrow \rightarrow \eta_{th} \uparrow$$

افزایش دما و تراکم منجر به افزایش رانندگی موتور می شود

در عمل چنانچه این r_v را افزایش دهیم در ابتدا افزایش می دهد اما در بیشتر موتورهای

$$r_v \uparrow \rightarrow \eta_{th} \uparrow$$

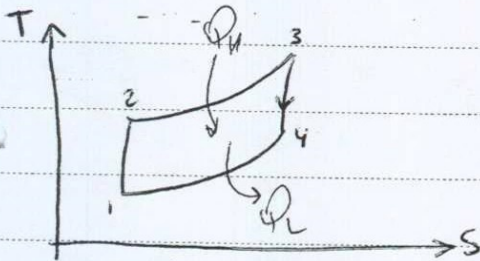
موتورهای دیزل در عمل کمتر

برای موتورهای دیزل r_v 18 تا 25 می باشد

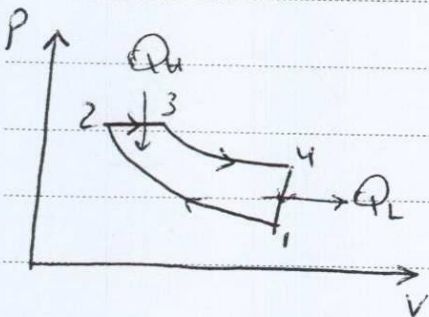
deterioration و تراکم منجر به افزایش دما و تراکم می شود

Diesel cycle

سیکل دیزل



- تول 1 → 2 : تراکم دما
- تول 2 → 3 : تراکم P ثابت
- تول 3 → 4 : تراکم دما
- تول 4 → 1 : تراکم P ثابت



تراکم دما و تراکم منجر به افزایش دما و تراکم می شود

Subject:

Year. Month. Date. ()

در عمل تفاوت موتورهای اتودیزل و موتورهای بنزین در این است که در موتورهای بنزین، سوخت در محفظه احتراق با هوا مخلوط می‌شود و در موتورهای اتودیزل، سوخت در محفظه احتراق با هوای تراکم شده مخلوط می‌شود.

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

$$Q_H = m C_p (T_3 - T_2)$$

$$Q_L = m C_v (T_1 - T_4)$$

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

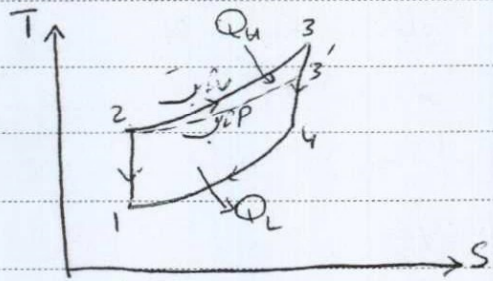
تفاوت بین موتورهای اتودیزل و موتورهای بنزین:

$$r_v = \frac{V_1}{V_2}$$

12341: سیکل اتو

123'41: سیکل دیزل

با حجم اولیه بیشتر یا کمتر
 با حجم نهایی کمتر یا بیشتر



سختی فشرده سازی در موتور اتودیزل بیشتر است
 (در نمودار T-s مشخص است)

$$C_p > C_v$$

$$C_p = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p \quad \& \quad C_v = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_v$$

در موتورهای اتودیزل، سوخت در محفظه احتراق با هوای تراکم شده مخلوط می‌شود. این باعث می‌شود که دمای احتراق در موتورهای اتودیزل بالاتر از موتورهای بنزین باشد. همچنین، در موتورهای اتودیزل، سوخت در محفظه احتراق با هوای تراکم شده مخلوط می‌شود و در موتورهای بنزین، سوخت در محفظه احتراق با هوای تراکم شده مخلوط می‌شود.

Subject:

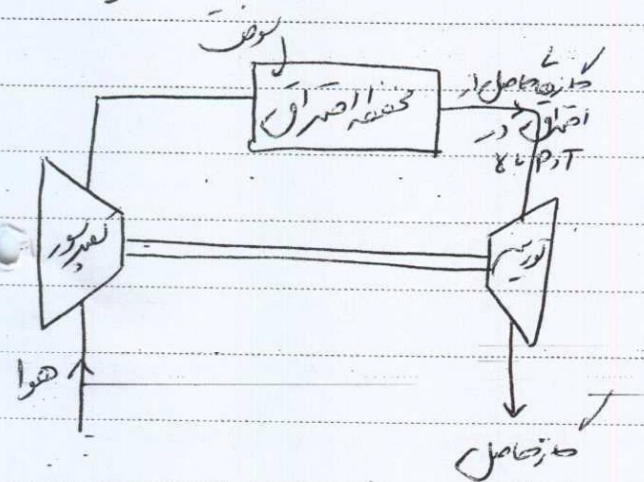
Year. Month. Date. ()

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{r} \left[\frac{(\frac{r_e}{r})^\gamma - (\frac{1}{r})^\gamma}{\frac{r_e}{r} - \frac{1}{r}} \right]$$

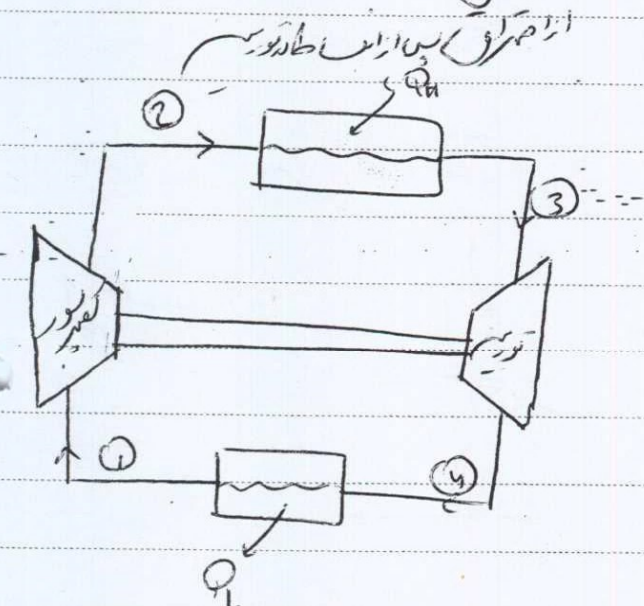
$$r = \frac{V_1}{V_2}$$

$$r_e = \frac{V_4}{V_3}$$

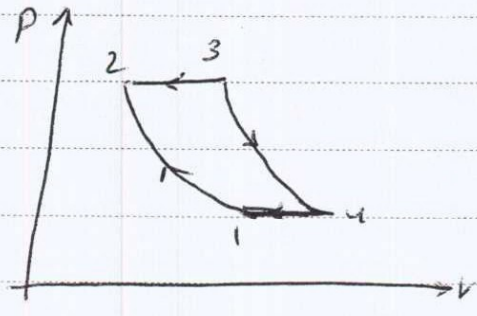
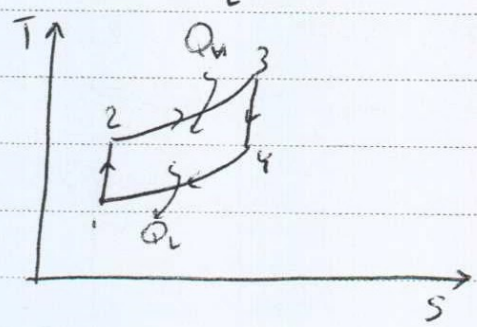
$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} \approx 1.4$$



سیکل تبرده با سیکل رانین
 تبرده ها طوری است که تبرده ها کار در سیستم
 توسط تبرده ها و در صورتی که



- تور 1 → 2 تور 2 است
- تور 2 → 3 تور 2 است
- تور 3 → 4 تور 2 است
- تور 4 → 1 تور 2 است



Subject:

Year: Month: Date: ()

① تغییر دما در انتقال حرارت: در انتقال حرارت، تغییر دما در هر دو طرف سطح انتقال حرارت وجود دارد. در انتقال حرارت، تغییر دما در هر دو طرف سطح انتقال حرارت وجود دارد. در انتقال حرارت، تغییر دما در هر دو طرف سطح انتقال حرارت وجود دارد.

$$\eta_s = \frac{w_s}{w_a} = \frac{\text{کار مفید}}{\text{کار مصرفی}}$$

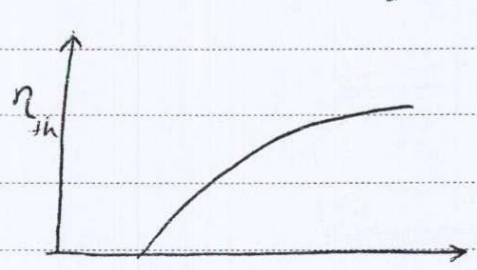
$$0 < \eta_s < 1$$

انرژی مورد نیاز برای تولید انرژی الکتریکی در موتورهای احتراق داخلی، حدود 30٪ کار مفید تولید می‌کند. در موتورهای احتراق داخلی، حدود 30٪ کار مفید تولید می‌کند. در موتورهای احتراق داخلی، حدود 30٪ کار مفید تولید می‌کند.

② رانندگی حرارتی: رانندگی حرارتی، نسبت به کارایی موتورهای احتراق داخلی، بسیار بالاتر است. رانندگی حرارتی، نسبت به کارایی موتورهای احتراق داخلی، بسیار بالاتر است.

$$\eta_p = \frac{P_2}{P_1} = \text{نسبت کارایی موتور}$$

$$\eta_{th} = 1 - (r_p)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$



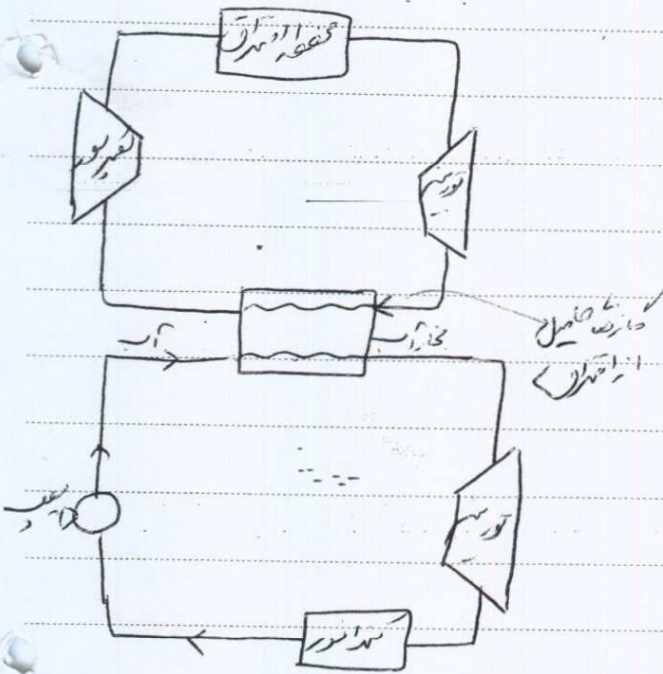
$\eta_{th} \uparrow \rightarrow r_p \uparrow$

در موتورهای احتراق داخلی، افزایش دما و افزایش فشار، منجر به افزایش کارایی می‌شود. در موتورهای احتراق داخلی، افزایش دما و افزایش فشار، منجر به افزایش کارایی می‌شود. در موتورهای احتراق داخلی، افزایش دما و افزایش فشار، منجر به افزایش کارایی می‌شود.

③ توربین به در سطح کار استفاده شود از سطح کارها در امتداد در سطح کار
 در سطح کارها را در دو توربین به در سطح کارها ۱۰۰۰۰ است (در سطح کارها در سطح کارها ۶۰۰-۷۰۰۰
 بودا به این توربین ها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها
 در سطح کارها

در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها

④ در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها
 در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها
 در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها



در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها

در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها
 در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها
 در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها

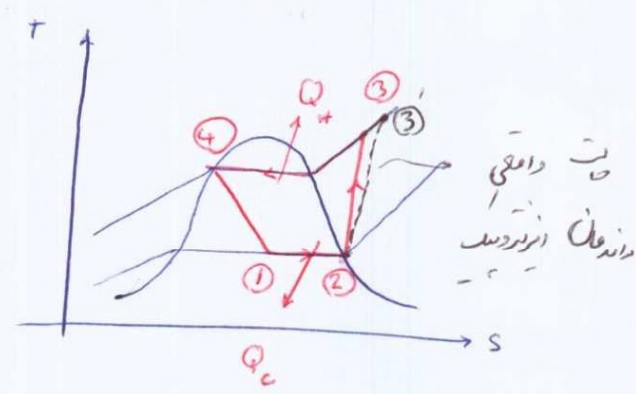
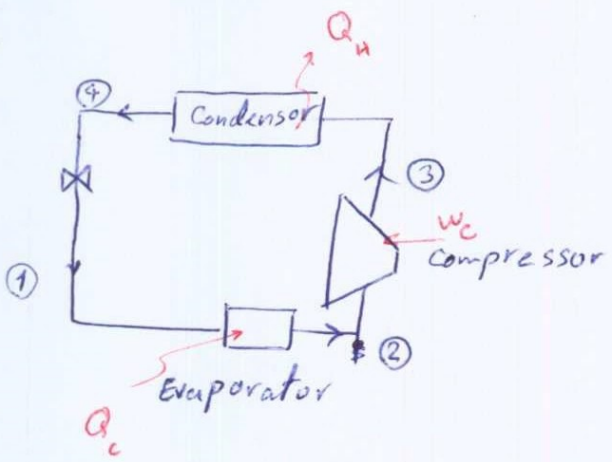
* عنوان در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها
 در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها
 در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها در سطح کارها

Subject: _____

Year. Month. Date. ()

Handwriting practice area with 20 horizontal dotted lines.

* سده نر : سده نر



$1 \rightarrow 2 : P = \text{const}$
 $2 \rightarrow 3 : S = \text{const}$
 $3 \rightarrow 4 : P = \text{const}$
 $4 \rightarrow 1 : S = \text{const}$

سده نر : $w = \frac{|Q_c|}{w_{net}}$

$w_{net} = |Q_h| - |Q_c|$

سده نر بر سده نر سده نر سده نر

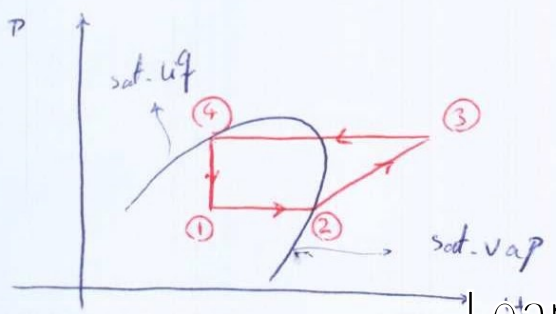
$\frac{|Q_h|}{|Q_c|} = \frac{T_H}{T_C} \Rightarrow w = \frac{1}{\frac{|Q_h|}{|Q_c|} - 1} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_C} - 1} = \frac{T_C}{T_H - T_C}$

$w = \frac{H_2 - H_1}{H_3 - H_2}$

$\dot{m} = \frac{|Q_c|}{H_2 - H_1}$

سده نر سده نر سده نر سده نر

* سده نر : سده نر = 12000 Btu/hr

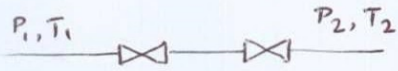


سده نر P-h

سده نر سده نر سده نر
 سده نر G.2
 سده نر

$$\mu_J^* = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H$$

یادگیری : ضرب درک - تاسون



if $P_2 < P_1 \implies \Delta P < 0$

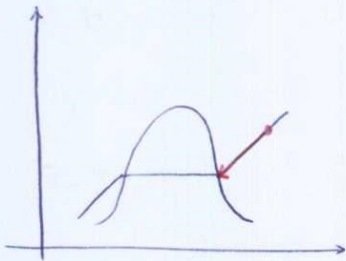
$$\left\{ \begin{array}{l} \mu_J = 0 \implies \Delta T = 0 \implies T_1 = T_2 \\ \mu_J > 0 \implies \Delta T < 0 \implies T_2 < T_1 \\ \mu_J < 0 \implies \Delta T > 0 \implies T_2 > T_1 \end{array} \right.$$

در فازهای حقیقی: سیال سرد می شود
سیال گرم می شود

نکته: این سیال که در سطح ترمه استفاده می شوند ضرب μ_J بست دارند.

- تبدیل فاز به مایع
- 1- کاهش انرژی اجزای گاز
 - 2- کاهش دما و انقباض گاز
 - 3- افزایش ظرفیت ذخیره انرژی مایع
- (Liquefaction)

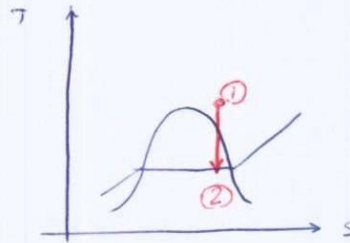
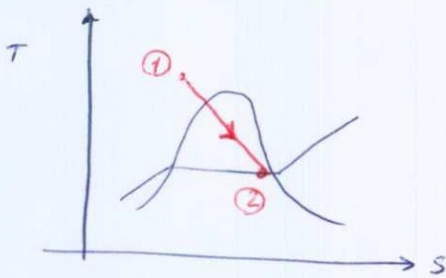
* روی کاغذ مایع سازی : - سود سرد در فشار ثابت



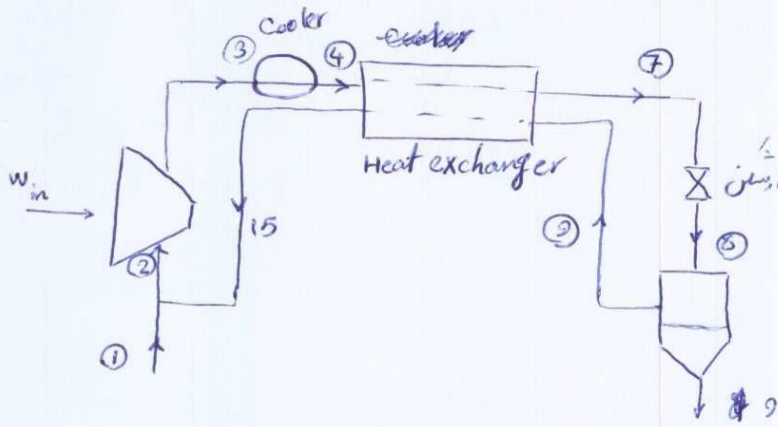
throttling : isenthalpic

3- فرسودگی

2- انبساط در انرژی ثابت

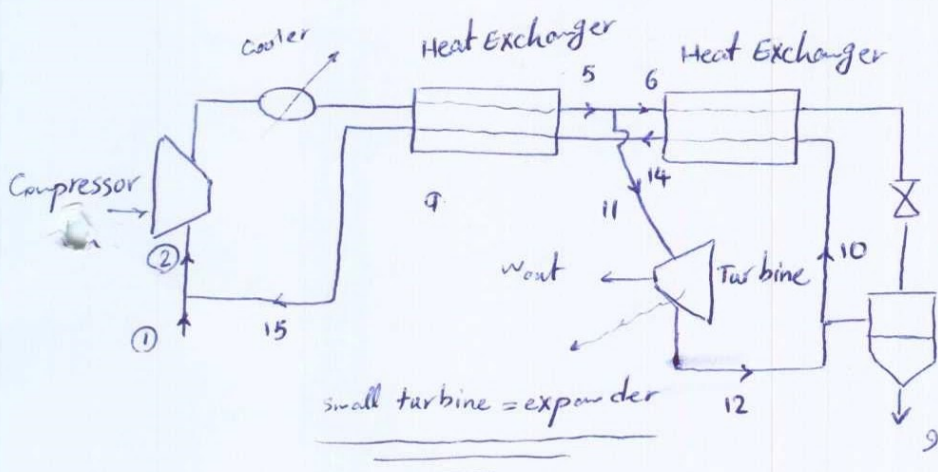


فرسند فرایع ساری : Linde



ساخت گاز مایع با استفاده از فرسند ساری
 با افزایش دما در فرسند ساری، دمای سرد شدن
 در اثری هدر می رود.

فرسند فرایع ساری : Claude



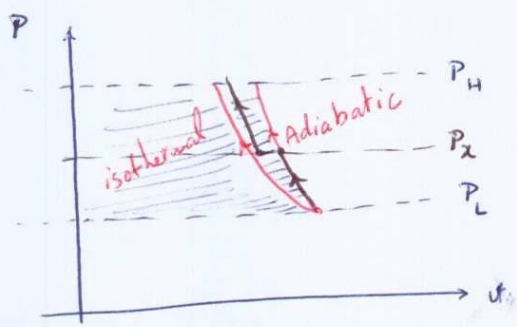
$z = \frac{\dot{m}_9}{\dot{m}_4}$ = نسبت جریان گاز مایع
 $x = \frac{\dot{m}_{12}}{\dot{m}_4}$ = نسبت جریان گاز سرد
 می شود

* پارامترهای فرسند ساری :
 1- کارایی کمپرسور ، 2- کارایی توربین ، 3- کارایی فرایع ساری
 4- کارایی فرایع تبدیل می شود ، (z) ، 4- کارایی فرایع تبدیل می شود (x)

* $w_{out} = \dot{m}_{12} (H_{12} - H_5)$

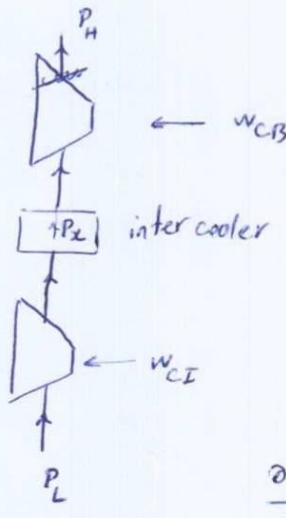
* $z = \frac{x(H_{12} - H_5) + H_4 - H_{15}}{H_9 - H_{15}}$

* if $x=0 \Rightarrow z = \frac{H_4 - H_{15}}{H_9 - H_{15}}$



فرسند ساری :
 از نظر و ادماست در کمپرسور
 $\Delta H = w = \int_{P_L}^{P_H} v dp$

بهینه‌سازی می‌شود پس فرایند همگام است ، اما طراحی فرایند همگام بسیار دشوار است
 سه معادله همگام به دست می‌آید



$$w_{CI} = f(P_L, P_x)$$

$$w_{CB} = f(P_x, P_H)$$

$$w_T = w_{CI} + w_{CB} = f(P_x, P_L, P_H)$$

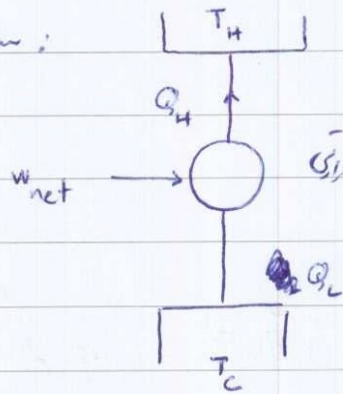
$$\frac{\partial w_T}{\partial P_x} = 0 \Rightarrow P_x = \sqrt{P_L P_H} \quad P_H, P_L \text{ همگی نسبت به } P_x \text{ واسطه هستند}$$

Heat Pumps:

کلیه یونانی

همه برای این است که در یک دما، استفاده می شود. پس در دماهای بالا، همه در دماهای پایین

Heating system:



$\beta = \frac{|Q_H|}{w_{net}} = \frac{|Q_H|}{|Q_H| - |Q_C|}$
 این فرمول برای سیستم گرمایشی است.

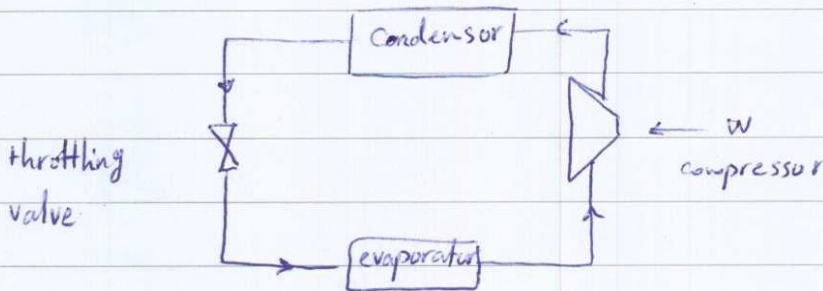
Cooling system:

$\beta = \frac{|Q_C|}{w_{net}} = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|}$

$\beta' - \beta = 1$

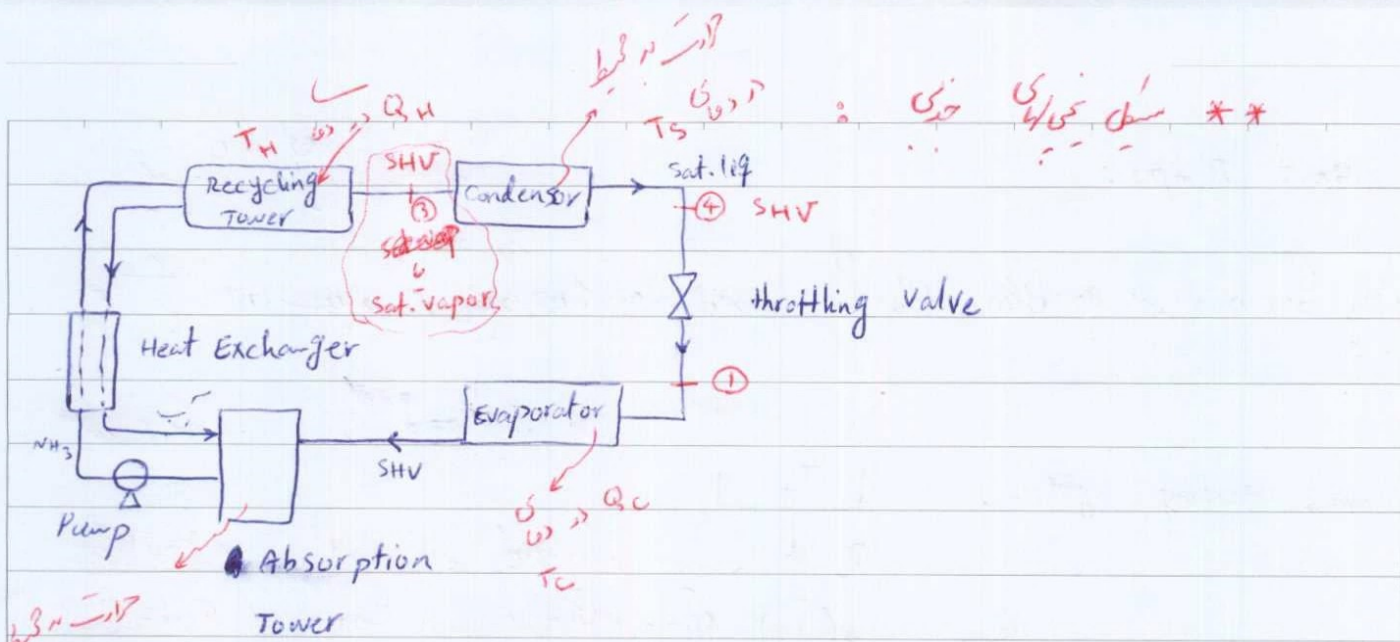
Absorption Refrigeration

نمونه های خنک کننده



هدف استفاده از یک سیستم در یک دما، استفاده می شود. پس در دماهای بالا، همه در دماهای پایین

این دستگاه

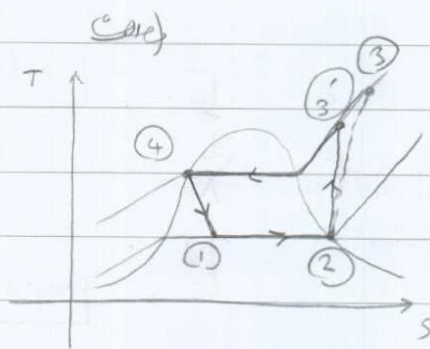
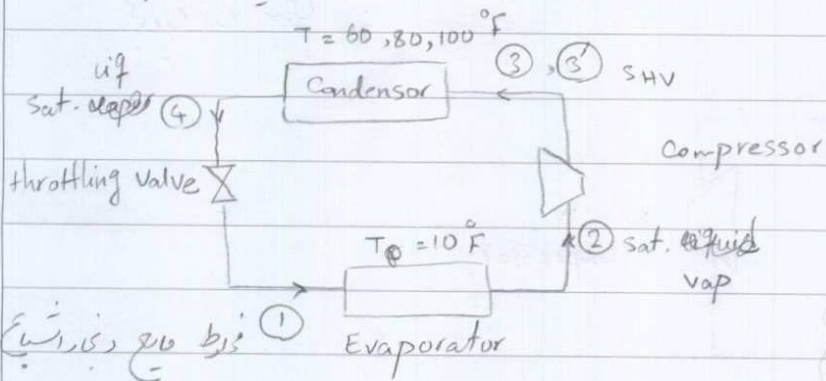


Ex: یک سیستم تبرید تراکم بخار که در آن تراکم‌دهنده آن در دمای 10°F باشد

در دماهای 80°F ، 60°F و 100°F در دماهای 80°F ، 60°F و 100°F

100°F باشد

این فرآیند برای به صورت isentropic (ایزنتروپیک) فرض کنید که در دمای 75°F باشد



$$|Q_C| = H_2 - H_1 \quad ; \quad |Q_H| = H_3 - H_4 \quad ; \quad \omega = \frac{H_2 - H_1}{H_3 - H_2}$$

@ $T = 10^\circ\text{F}$

$$H_2 = 104.421 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$$

$$S_2 = 0.22418 \frac{\text{Btu}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{R}}$$

$$S_3 = S_2 = 0.22418 \frac{\text{Btu}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{R}}$$

throttling valve : $\Delta H = 0 \rightarrow H_4 = H_1$

@ $T = 60^\circ F$: $H_4 = H_1 = 31.239 \frac{Btu}{lb_m}$; $P = 72.087 \text{ Psia}$

@ $T = 80^\circ F$: $H_4 = H_1 = 37.978 \frac{Btu}{lb_m}$; $P = 101.37 \text{ Psia}$

@ $T = 100^\circ F$: $H_4 = H_1 = 44.943 \frac{Btu}{lb_m}$; $P = 138.83 \text{ Psia}$

@ $T = 60^\circ F$: $H_3' = 113.3 \frac{Btu}{lb_m}$

@ $T = 80^\circ F$: $H_3' = 116.5 \frac{Btu}{lb_m}$

@ $T = 100^\circ F$: $H_3' = 119.3 \frac{Btu}{lb_m}$

شکل 6.2

@ $T = 60^\circ F$: $w = 8.294$

مردود کار

$$w = \frac{H_2 - H_1}{H_3' - H_2}$$

@ $T = 80^\circ F$: $w = 5.528$

ضریب عملکرد

@ $T = 100^\circ F$: $w = 4.014$

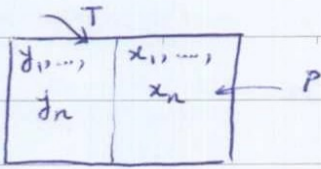
Compressor $\eta = 0.75 = \frac{w_s}{w_a}$

$$w = \frac{|Q_c|}{w_a} = \frac{|Q_c|}{(w_s/\eta_c)}$$

$T = 60^\circ F$: $w = 6.221$

@ $T = 80^\circ F$: $w = 4.146$

$T = 100^\circ F$: $w = 3.011$



سیستم VLE

در یک سیستم VLE در دما T و فشار P ، x_1, \dots, x_n و y_1, \dots, y_n با هم در تعادل هستند.

x_i و y_i مول فرکشن (Mole fraction) هستند.

$$x_i = \frac{n_i^l}{n^l} \quad ; \quad y_i = \frac{n_i^v}{n^v}$$
 mole fraction for liquids (pointing to x_i) ; mole fraction for gases (pointing to y_i)

سیستم دوتایی (Binary) یا دو جزئی داریم :

$$\sum x_i = 1 \quad ; \quad \sum y_i = 1 \quad , \quad n^l + n^v = n^t$$

نسبت تعادلی اجزاء (k-value) :

$$k_i = \frac{y_i}{x_i} \quad ; \quad \text{where } 0 < x_i, y_i < 1$$

نسبت دود مولی در فاز بخاری / نسبت دود مولی در فاز مایع

اگر $k_i > 1$ باشد، یعنی $y_i > x_i$ ، حضور در فاز بخار (غاز) بیشتر است، یعنی غنی تر است.

اگر $k_i = 1$ باشد، یعنی $y_i = x_i$ ، در نظر اندازیم غنی تر است.

اگر $k_i < 1$ باشد، یعنی $y_i < x_i$ ، حضور در فاز مایع بیشتر است، یعنی غنی تر است.

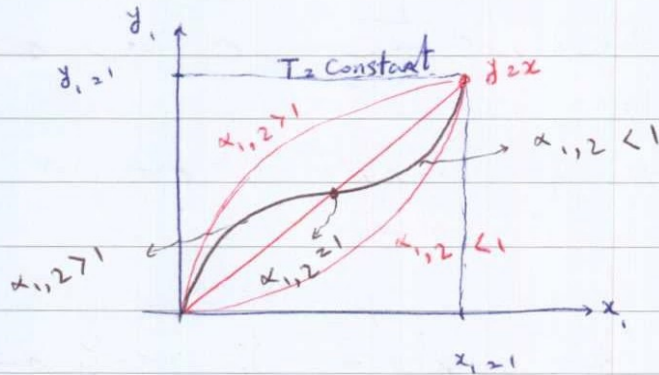
نسبت تعادلی k -value: فرادست مطلق را نشان می دهد. در یک مخلوط دو جزئی داریم :

$$\left. \begin{aligned} k_{1,2} &= \frac{y_1}{x_1} \\ k_{2,2} &= \frac{y_2}{x_2} \end{aligned} \right\}$$

* فرادیت نسبی : نسبت فرادیت در جزء نسبت به مابقی اجزا :

$$k_{1,2} \frac{d_1/x_1}{d_2/x_2} \Rightarrow \alpha_{1,2} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{d_2/x_2}{d_1/x_1} = \frac{x_1 d_2}{x_2 d_1}$$

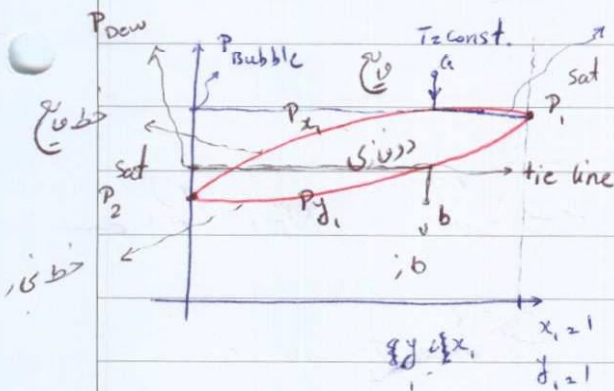
I $\alpha_{1,2} < 1$
 II $\alpha_{1,2} = 1$
 III $\alpha_{1,2} > 1$



$\alpha_{1,2} = 1 \Rightarrow$ نقطه انزودیت

* نقاط حباب و نقاط شبنم :

Dew T - 1	} نقاط شبنم ;	Bubble T - 1	} نقاط حباب
Dew P - 2		Bubble P - 2	



نمای کلی از نمودار در دما

$$P_i^{sat} = T$$

داده شده در نمودار

$$P_i^{sat} (kPa) = A - \frac{B}{t_i(C) + C}$$

نمای کلی از نمودار در دما : داده شده در نمودار

نمای کلی از نمودار در دما : داده شده در نمودار

$$t_i^{sat} = \frac{B_i}{A_i - lP} - C_i$$

نمای کلی از نمودار در دما : داده شده در نمودار

در یک دما مشخص

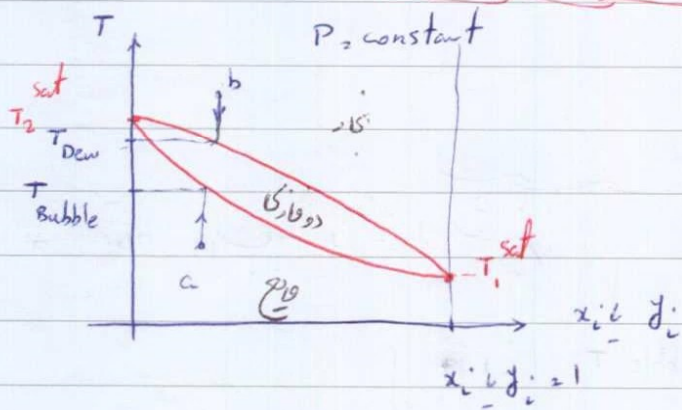
فشار حساب: فشاری است که در فرایع شروع به جویندگی کند یا اولین قطره از فرایع به بیرون بیفتد

فشار حساب واقعی از دما سیستم، ترکیب دماها، ثابت جلویت

$$P_{bubble} = f(T, z_i, nature) \quad ; \quad z_i = \text{overall mole fraction}$$

فشار شبنم: در یک دما مشخص فشاری است که اولین قطره از فرایع به بیرون بیفتد می شود.

فشار شبنم در دماهای از دما سیستم، ترکیب دماها، ثابت جلویت



در یک دما حساب دما است که در فرایع

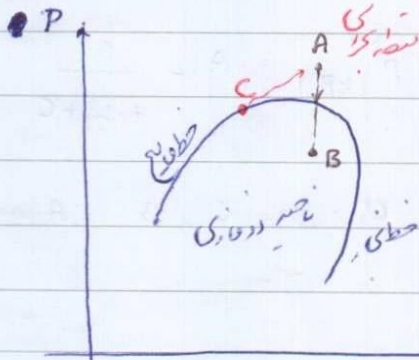
اولین قطره از فرایع به بیرون بیفتد می شود.

در دما شبنم دما است که در فرایع

Bubble temperature = $f(P, z_i, nature)$ اولین قطره از فرایع به بیرون بیفتد می شود.

Dew temperature = $f(P, z_i, nature)$

Retrograde Condensation:



شکل فاز فرایع در دما است، در این حالت فشار را

در دما برسی می شود بر جلویت

نقطه A: برای مواد خاص در دما است باید فشار را زیاد کرد

نقطه B: از فاز گاز به فاز فرایع

* فریب نسبی زینا:

$$\alpha_{1,2} = \frac{\gamma_1 (1-x_1)}{(1-\gamma_1) x_1}$$

فریب نسبی $\alpha_{1,2} = \frac{k_1}{k_2} \Rightarrow \alpha_{1,2} = \frac{\gamma_1 x_2}{\gamma_2 x_1}$

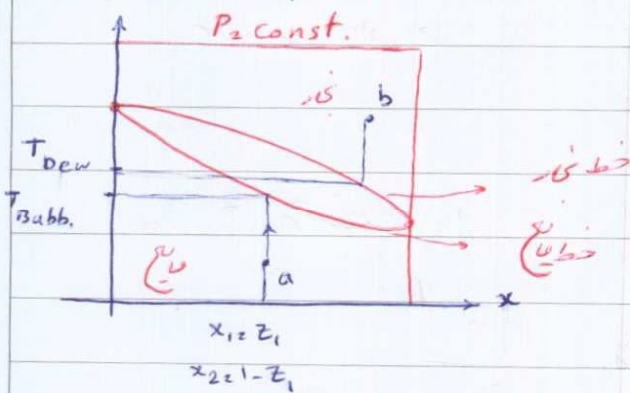
سه مدل فریب نسبی (Phase boundary problems):

موضع مسئله	مشغول	گرمی
BUB.T	$\{x_i\} = \{z_i\}_P$	$T, \{y_i\}$
BUB.P	$\{x_i\} = \{z_i\}_T$	$P, \{y_i\}$
Dew.T	$\{y_i\} = \{z_i\}_P$	$T, \{x_i\}$
Dew.P	$\{y_i\} = \{z_i\}_T$	$P, \{x_i\}$

$\{x_i\} =$ ترکیب دهنده مواد اجزاء در فاز مایع

$\{y_i\} =$ ترکیب دهنده مواد اجزاء در فاز بخار

$\{z_i\} =$ ترکیب دهنده مواد اجزاء فقط در فاز مایع



$$F z_i = d_i V + L x_i$$

* سیستم های ایده آل VLE و قانون راولف: برای سیستم های ایده آل قانون راولف صدق می کند

در یک سیستم VLE ایده آل، فاز مایع به صورت ایده آل رفتار می کند و فاز بخار ایده آل در نظر گرفته می شود.

ایده آل بودن فاز مایع به این معنی است که ساختار مولکولی قوی (مثلاً) داشته باشد.

فازان و بازار
 نشان: $x_i P_i^{sat} = d_i P$
 ترب و در غازی / ترب و در غازی

در یک شرط دو جزئی

$$x_1 P_1^{sat} = d_1 P$$

$$+ x_2 P_2^{sat} = d_2 P$$

$$x_1 P_1^{sat} + x_2 P_2^{sat} = d_1 P + d_2 P$$

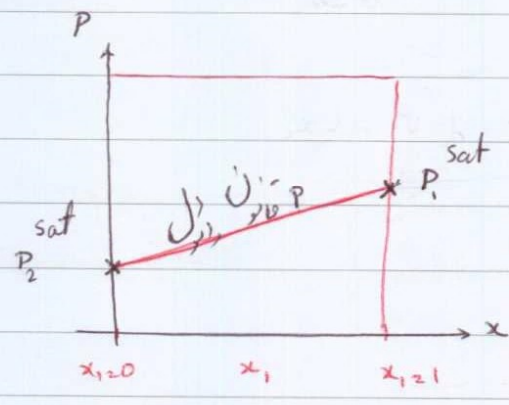
$$x_1 P_1^{sat} + x_2 P_2^{sat} = P (d_1 + d_2) \Rightarrow P = \frac{x_1 P_1^{sat} + x_2 P_2^{sat}}{d_1 + d_2}$$

$$P = \frac{x_1 P_1^{sat} + x_2 P_2^{sat}}{d_1 + d_2}$$

در یک شرط چند جزئی

$$** P = \sum_{i=1}^C x_i P_i^{sat} **$$

C به عدد اجزا شرط است



دانه P ترب d_i

$$d_1 = \frac{x_1 P_1^{sat}}{P}$$

$$d_2 = \frac{x_2 P_2^{sat}}{P}$$

$$\Rightarrow P = \frac{1}{\frac{d_1}{P_1^{sat}} + \frac{d_2}{P_2^{sat}}}$$

در یک شرط چند جزئی

$$P = \frac{1}{\sum_{i=1}^C \frac{d_i}{P_i^{sat}}}$$

* کمین K و α با استفاده از قانون راولی : در قانون راولی k_i مستقل از ترتیب درجه اجزاء در مخلوط است

$$k_i = \frac{y_i}{x_i} \quad \Rightarrow \quad k_i = \frac{P_i^{sat}}{P}$$

$$x_i P_i^{sat} = y_i P$$

فردی K فقط تابعی از دما و فشار است. ثابت دما مربوط به فشار و اشباع است.

$$\alpha_{1,2} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{y_1 x_2}{y_2 x_1}$$

$$\frac{y_1}{x_1} = \frac{P_1^{sat}}{P}$$

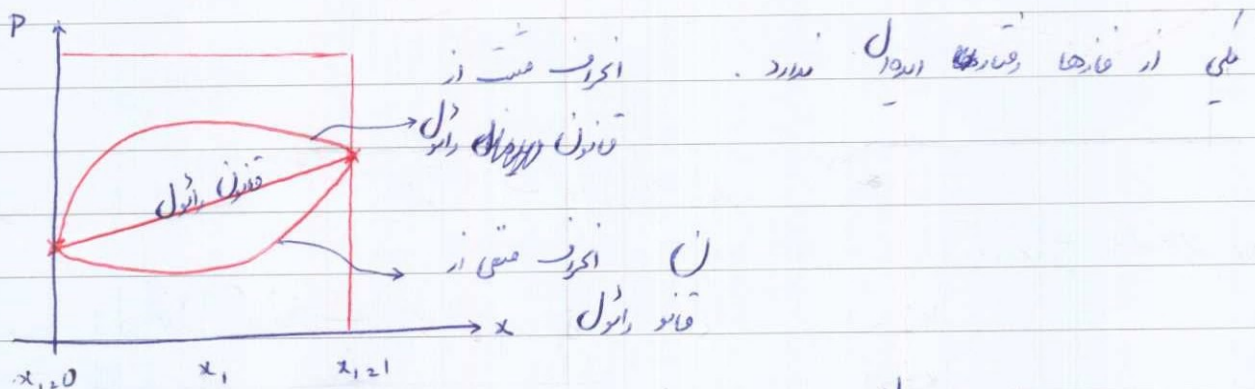
$$\frac{y_2}{x_2} = \frac{P_2^{sat}}{P}$$

$$\Rightarrow \alpha_{1,2} = \frac{P_1^{sat}}{P_2^{sat}}$$

فردی K فقط تابعی از دما و فشار است.

نکته : رابطه $\alpha_{1,2}$ فقط بر حسب قانون راولی است

* سیستم های VLE غیر ایده‌آل و قانون راولی اصلاح شده : در بعضی سیستم غیر ایده‌آل حداقل



سیستم های غیر ایده‌آل با انحراف مثبت :

$$P_{system} > P_{راولی}$$

$P_{system} < P_{total}$

ب) سیستم‌ها غیر ایده‌آل یا اگر با هم...

Adhesion force

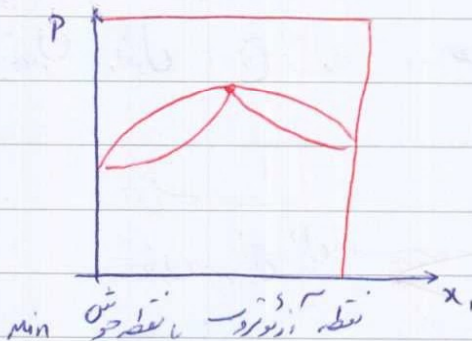
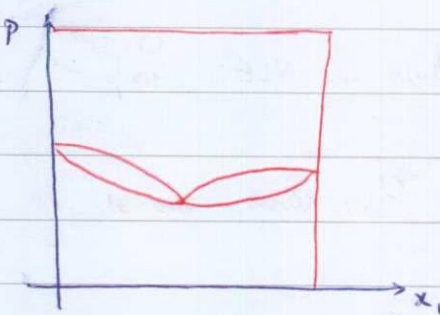
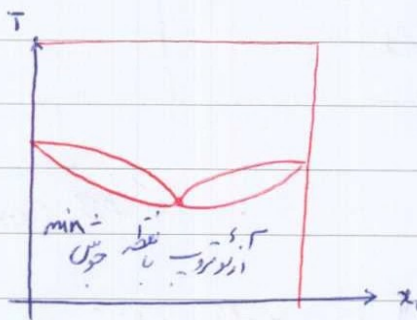
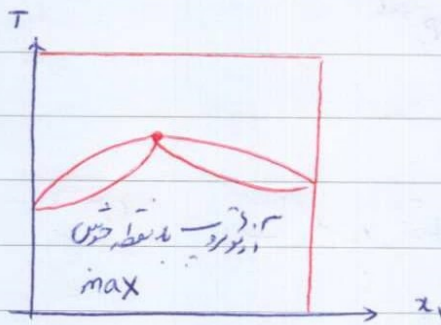
Cohesion force

در نیروها بین اجزای یک ماده (Cohesion) و بین اجزای دو ماده مختلف (Adhesion)...

اگر با هم چسبندگی داشته باشند: $\sigma_{adhesion} > \sigma_{cohesion}$

در اجزای یک ماده بین مولکولها (Cohesion) مهم‌تر از نیروی چسبندگی بین مولکولها از ماده دیگر باشد...

شکل



از نیروها با نقطه چسبندگی $\sigma_{adhesion} > \sigma_{cohesion}$

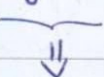
نقطه از نیروها با نقطه چسبندگی $\sigma_{adhesion} < \sigma_{cohesion}$

$k_i = 1$

\Leftarrow

$k_j = 1$

$k_j = 1$



$\alpha_{ij} = 1$

در نقطه از نیروها $\sigma_{adhesion} > \sigma_{cohesion}$

نقطه از نیروها $\sigma_{adhesion} < \sigma_{cohesion}$

* قانون اول اصلاح شده : فریب استهلاک خود را در یک فریب (مطلوبه)

$$y_i P = x_i P_i^{\text{sat}} \quad \delta_i \quad i = 1, 2, \dots, N$$

$$y_i P = x_i P_i^{\text{sat}} \delta_i \quad \leftarrow \text{در یک سیستم دو جزئی}$$

$$+ \quad y_2 P = x_2 P_2^{\text{sat}} \delta_2$$

$$P = x_1 P_1^{\text{sat}} \delta_1 + x_2 P_2^{\text{sat}} \delta_2$$

$$P = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{\delta_i}{P_i^{\text{sat}}}}$$

$$P = \sum_{i=1}^N x_i \delta_i P_i^{\text{sat}}$$

رضیت کامل بر دلیل اصلاح شده : اگر فشار یک از مخلوط گاز ورودی بزرگتر می‌شود.

۲- فشار وسیع غیر ورودی است و از δ_i بزرگتر تصحیح استفاده می‌شود. δ_i خواهد بود.

* ۳- دما در سیستم باید طوری باشد که از دما بحرانی اجزای مایع تر باشد تا فشار یک از فشار اشباع استفاده شود.

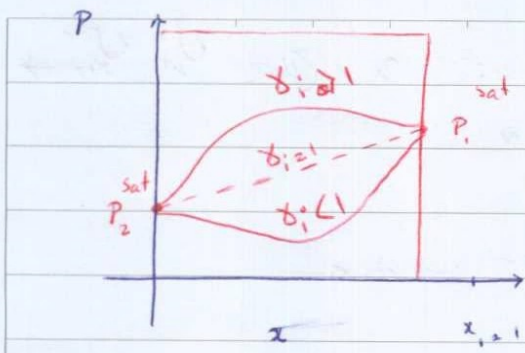
$$\delta_i = f(T, P, x_i)$$

فریب استهلاک

$$\delta_i = f(T, x_i) \quad \text{در فشارهای پایین}$$

برای مخلوط‌های ورودی مقدار $\delta_i = 1$ است. (مخلوط راولی)

برای مخلوط غیر ورودی این مقدار می‌تواند $\delta_i > 1$ یا $\delta_i < 1$ باشد. (مخلوط راولی اصلاح شده)



$\delta_i > 1$: انحراف مثبت (positive deviation)

$\delta_i < 1$: انحراف منفرجه (negative deviation)

$k_i = \frac{y_i}{x_i}$: $\delta_i > 1$: VLE $\delta_i < 1$: $\delta_i < 1$

$\frac{y_i}{x_i} = \frac{\delta_i P_i^{sat}}{P}$ \Rightarrow $k_i = \frac{\delta_i P_i^{sat}}{P} \rightarrow k_i = f(T, P, x_i)$

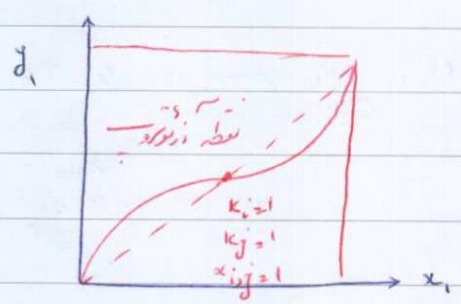
نسبت نسبی : $\alpha_{i,j} = \frac{k_i}{k_j}$

$\alpha_{1,2} = \frac{k_1}{k_2}$

$k_i = \frac{\delta_i P_i^{sat}}{P}$

$\Rightarrow \alpha_{i,j} = \frac{\delta_i P_i^{sat}}{\delta_j P_j^{sat}}$ قانون راول (اصح شده)

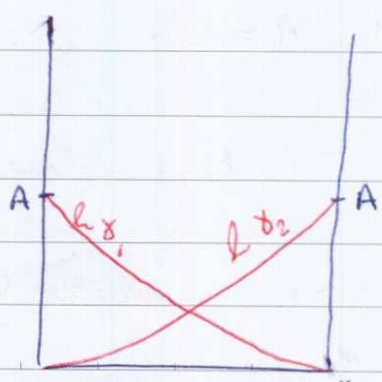
$\alpha_{1,2} = \frac{P_1^{sat}}{P_2^{sat}}$ قانون راول (اصول)



* مدل های مرتب شده

$\delta_1 = A x_2^2$

$\delta_2 = A x_1^2$



مدل فارنوس دومین

حالت اولی : $\delta_1 \rightarrow 0 \Rightarrow \delta_1 \rightarrow 1 \Rightarrow x_1 \rightarrow 1$ (3)

$$\begin{aligned} &\Rightarrow \lim_{\delta_2 \rightarrow \infty} \delta_2 \\ &\delta_2 \rightarrow \delta_2^\infty \end{aligned}$$

حالت دوم : $\delta_2 \rightarrow 0 \Rightarrow x_2 \rightarrow 1 \Rightarrow \delta_2 \rightarrow 1 \Rightarrow \lim_{\delta_2 \rightarrow 0} \delta_2$ (3)

$$\delta_1 \rightarrow \delta_1^\infty \Rightarrow \lim_{\delta_1 \rightarrow \infty} \delta_1$$

نکته اول : $\delta_1^\infty =$ $\left. \begin{array}{l} \text{حزب انبوه خرد 1} \\ \text{در وقت بی نهایت} \end{array} \right\} \Rightarrow \lim_{\delta_1 \rightarrow \infty} \delta_1 = \lim_{\delta_2 \rightarrow \infty} \delta_2 = A$

$\delta_2^\infty =$ $\left. \begin{array}{l} \text{حزب انبوه خرد 2} \\ \text{در وقت بی نهایت} \end{array} \right\}$

در نظر آید (فقط در سیستم های غیر ایده آل) :

$$\alpha_{1,2} = \frac{\delta_1 P_1^{sat}}{\delta_2 P_2^{sat}} \quad \text{if } \alpha_{1,2} = 1 \quad \text{نکته اولی}$$

$$\Rightarrow \delta_1 P_1^{sat} = \delta_2 P_2^{sat}$$

حالت اولی :

$$x_1 \rightarrow 0 \quad \alpha_{1,2} = \frac{\delta_1 P_1^{sat}}{P_2^{sat}}$$

حالت دوم :

$$x_1 \rightarrow 1 \quad \alpha_{1,2} = \frac{P_1^{sat}}{\delta_2 P_2^{sat}}$$

نقطه انجماد وجود دارد.

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{1,2} \Big|_{x_{1,2} < 1} &, \alpha_{1,2} \Big|_{x_{1,2} > 1} \\ \alpha_{1,2} \Big|_{x_{1,2} < 1} &, \alpha_{1,2} \Big|_{x_{1,2} > 1} \end{aligned} \right\}$$

در نقطه انجماد $\alpha_{1,2} \Big|_{x_{1,2} = 0}$ و در نقطه ذوب $\alpha_{1,2} \Big|_{x_{1,2} = 1}$

$$\alpha_{1,2} \Big|_{x_1 \rightarrow 0} = \frac{e^A P_1^{sat}}{P_2^{sat}}$$

$$\alpha_{1,2} \Big|_{x_1 \rightarrow 1} = \frac{P_1^{sat}}{e^A P_2^{sat}}$$

نقطه انجماد یا ذوب

Henry's law : * قانون هنری

$$j: P = x_i H_i$$

در سیستم های ایده آل : H_i ثابت هنری

ثابت هنری به ماهیت و نوع گاز بستگی دارد. ثابت هنری به نوع حلال بستگی دارد. ثابت هنری به دما بستگی دارد. ثابت هنری در فشارهای پایین تابع فشار ندارد. ثابت هنری در فشارهای بالا با دما تغییر می کند.

