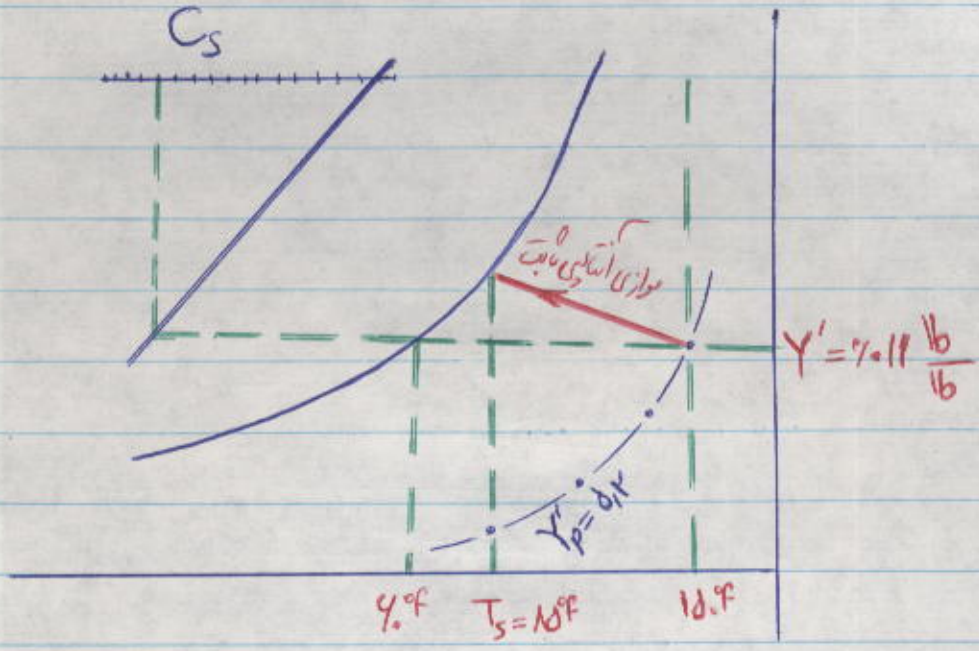
عملیات واحد II

دما و نقطه شبنم هوای ورودی به یک خشک‌کن معین به ترتیب ۱۵۰°F و ۴۰°F می‌باشد. چه خصوصیاتی تکمیلی جهت این هوا می‌توان از نمودار رطوبت سنجی بدست آورد

$C_s = 0.24 + 0.46 Y' \frac{Btu}{lb\ dry\ air \cdot °F}$



عملیات واحد II

جامد متخلخلی در یک خشک‌کن تونلی مداوم که شرایط آن ثابت است خشک می‌شود به ۶ ساعت زمان برای رساندن رطوبت از ۳۰٪ به ۱۰٪ نیاز است. رطوبت بحرانی ۱۴٪ و رطوبت تعادلی ۲٪ می‌باشد. حتوی رطوبتی همگی برمبنای خشک بیان شده‌اند. با فرض اینکه سرعت خشک شدن طی دوره افت سرعت متناسب با محتوی رطوبت آزاد باشد، چه مدت طول می‌کشد تا رطوبت نمونه‌ای از همین جامد از ۲۵٪ به ۶٪ در شرایط یکسان برسد

$$\text{ساعت } 6 = \theta_1 = \frac{S_s' \cdot (0.13 - 0.14)}{A N_c} + \frac{S_s'}{Am} \ln \frac{(0.14 - 0.02)}{(0.1 - 0.02)} \qquad (I)$$

$$\theta_2 = \frac{S_s'}{A N_c} (0.135 - 0.14) + \frac{S_s'}{Am} \ln \frac{(0.14 - 0.02)}{(0.06 - 0.02)} \qquad (II)$$

از طرفی $m = \dfrac{0.14 - 0.02}{N_c - 0}$

جایگذاری در معادله (I) $\longrightarrow \theta_1 = \dfrac{S_s'}{A N_c}(0.14) + \dfrac{S_s'}{A} * \dfrac{0.14}{N_c} * \ln\left(\dfrac{0.14 - 0.02}{0.1 - 0.02}\right)$

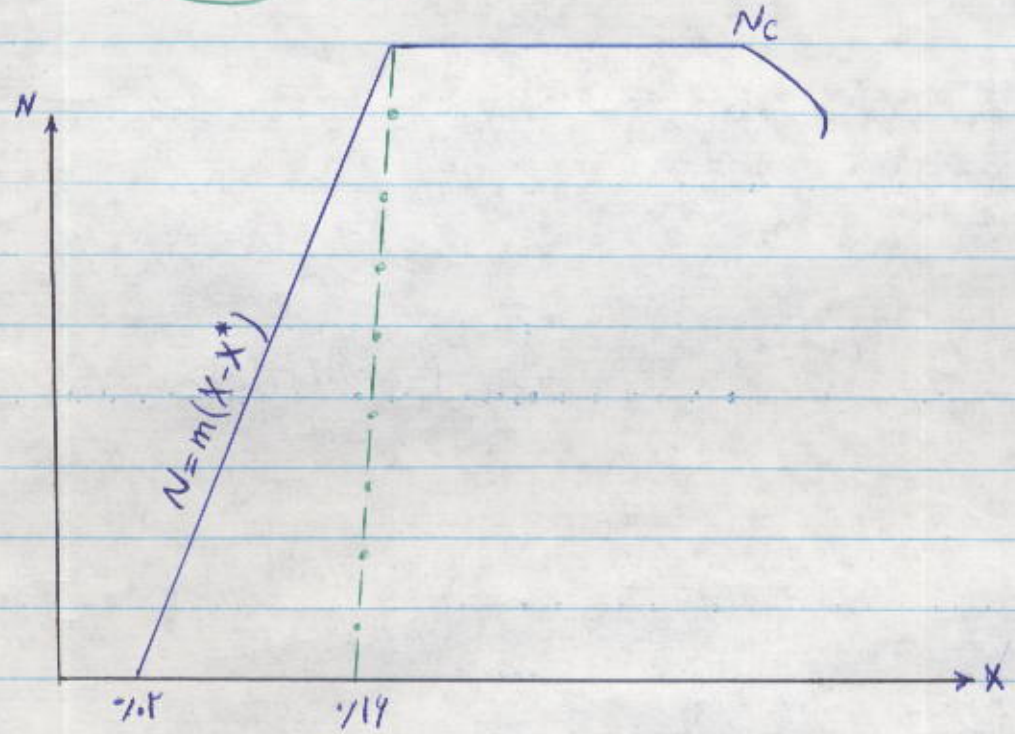
$$\theta_1 = \frac{S_s'}{A N_c} * 0.14 * 1.0054 \longrightarrow N_c = \frac{S_s'}{A\theta_1} * 0.218434$$

جایگذاری در معادله (II)

$$\theta_2 = \frac{S_s'(0.135 - 0.14)}{A * \frac{S_s'}{A \cdot \theta_1} * 0.218434} + \frac{S_s'}{A} * \frac{0.14 - 0.02}{S_s' * 0.218434} * A\theta_1 \ln\left(\frac{0.14 - 0.02}{0.06 - 0.02}\right)$$

$$\longrightarrow \theta_2 = \left(\frac{\text{٪۳۴} - \text{٪۱۴}}{\text{٪۲۱۸۴۴}}\right)\theta_1 + \frac{\text{٪۱۴۷۶}\,\theta_1}{\text{٪۲۱۸۴۸}} = 1,۴۰۷۹\,\theta_1$$

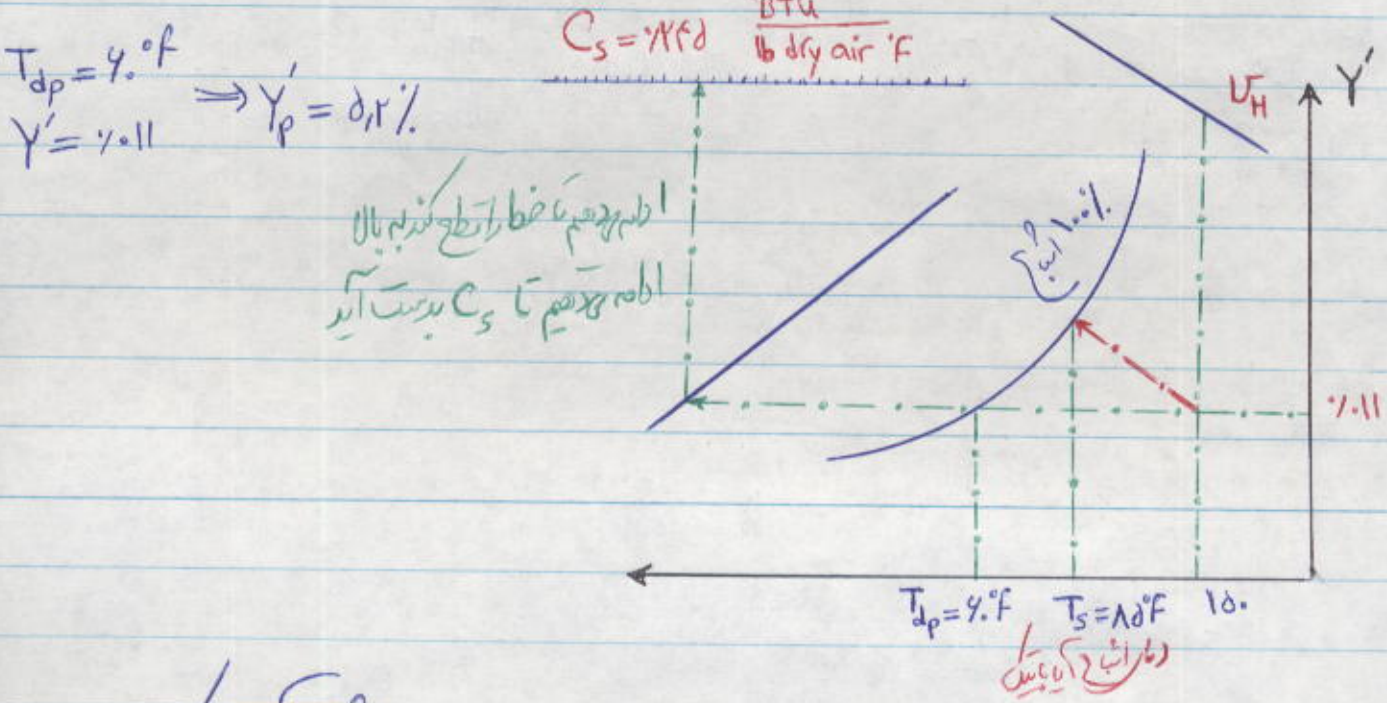
$$\theta_2 = 1,۴۰۷۹\,\theta_1$$



نکته: اگر خط وتر نداشته باشد خطا است می‌شود ؟

ما برنامه‌ایم سیستم هوای ورودی به یک خشک‌کن عمیق به‌گونه‌ای باشد که دمای $180^\circ F$ و $40^\circ F$ داشته باشد. چه مقدار آب در هر پوند هوای خشک وجود دارد؟

برای تعیین جهت این هوا می‌توان از نمودار رطوبت بشقابی بدست آورد



اظهر بدهیم تا خط رطوبت نسبی ۱۰۰٪ بالا

اظهر بدهیم تا C_s بدست آید

$$\text{اشباع} \left\{ \text{آدیابتیک} \right. \quad T_s = 85^\circ F \Rightarrow Y'_s(85^\circ F) = 0.0241 \ \frac{\text{lb } H_2O}{\text{lb dry air}}$$

C_s را طبق کتاب Maccabe طبق نمودار بدست می‌آید. راه دیگر اینکه از راه فرمول بدست می‌آید. بهترین راه استفاده از فرمول

$$Y'_p = 5.2\%$$

$$180^\circ F \text{ در } \left\{ \text{اشباع} \right. \quad V_H(100\%) = 20.7 \ \frac{ft^3}{\text{lb dry air}}$$

طبق نمودار

طبق فرمول $\quad V_H = 82.5 * 10^{-4} \ T_k \left(\frac{1}{M_B} + \frac{Y'}{M_A} \right) = 20.7$

$C_s = 0.24 + 0.45\,Y'$ گرماه ویژه

حجم مخصوص هوای خشک $V_H\,(0\%) = 13.54$ $\frac{ft^3}{lb\ dry\ air}$

$80^\circ F$ در

عملیات واحد II

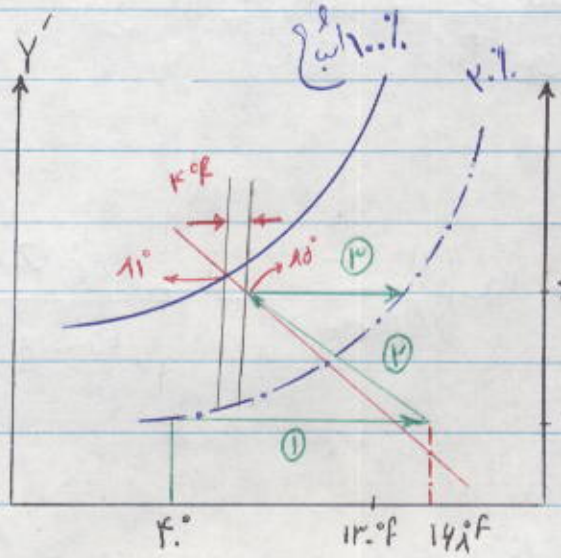
در فرآیند عینی به هوا در شرایط کنترل شده (دمای $130^{\circ}F$ و رطوبت درصدی ۲۰٪) نیاز می باشد.
برای این منظور از هوای با رطوبت ۲۰٪ و دمای $70^{\circ}F$ استفاده می کنند که ابتدا آنرا از پیش گرم کرده
و سپس بطور آدیاباتیک رطوبت زنی می کنند تا به رطوبت دلخواه برسد و در انتها هوای مرطوب را تا
$130^{\circ}F$ گرم می کنند. مرحله رطوبت زنی در یک محفظه پاشنده (Spray Chamber) انجام می شود
با فرض اینکه هوای خروجی از محفظه پاشنده $40^{\circ}F$ گرم تر از دمای اشباع آدیاباتیک باشد، خواسته های
زیر را جهت تهیه 15,000 lb هوای خشک محاسبه نمایید

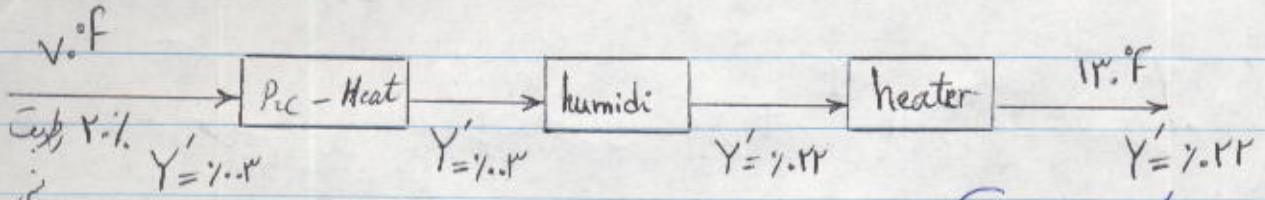
الف) هوا را تا چه دمایی باید پیش گرم کرده و در چه دمایی باید از محفظه خارج شود

ب) چه مقدار حرارت جهت پیش گرم کردن و گرم کردن مجدد لازم است

ج) حجم محفظه چقدر است

$$h_{ga} = 18 \frac{Btu}{hr\ ft^2 F} = 102.3 \frac{W}{m^2 °C}$$





خط ۲ را آنقدر گرده تا کل تقطیر آن با خط ۳ به فاصله ۴°f از منفی ایستا فاصله داشته باشد

دمای مورد نیاز از رطوبت کننده = ۱۱° + ۴° = ۱۵°

از تقطیر خط ۲، خط مستقر با رطوبت ۰۰۳٪ را کل تقطیر بدست آورید

دمای مورد نیاز از پیش گرمکن = ۱۴۸°f

قسمت ب) حرارت رطوبت هوای اولیه ← نمودار مک کیب ← $C_s = ٪۲۴۱ \frac{Btu}{lb\ dry\ air\ °f}$

ظرفیت پیش گرمکن $= \dot{m} C_s \Delta T = ۱۵۰۰۰ \frac{lb}{hr} * ٪۲۴۱ \frac{Btu}{lb°f} (۱۴۸° - ۷۰°f) = ۲۵۴۰۰۰ \frac{Btu}{hr}$

حرارت رطوبت هوای خروجی از رطوبت کننده ← نمودار مک کیب ← $C_s = ٪۲۵۰ \frac{Btu}{lb\ dry\ air\ °f}$

$C_s = ٪۲۴ + ٪۴۵ Y'$

ظرفیت هیتر: $\dot{m} C_s \Delta T = ۱۵۰۰۰ * ٪۲۵۰ (۱۳۰ - ۸۵) = ۱۴۹۰۰۰ \frac{Btu}{hr}$

$\ln\left(\frac{T_{gb} - T_s}{T_{ga} - T_s}\right) = \frac{h_{ga} V_T}{\dot{m}' \bar{C}_s}$

حرارت رطوبت میانگین $\bar{C}_s = \frac{٪۲۵۰ + ٪۲۴۱}{۲} = ٪۲۴۵۵ \frac{Btu}{b\ dry\ air\ f}$

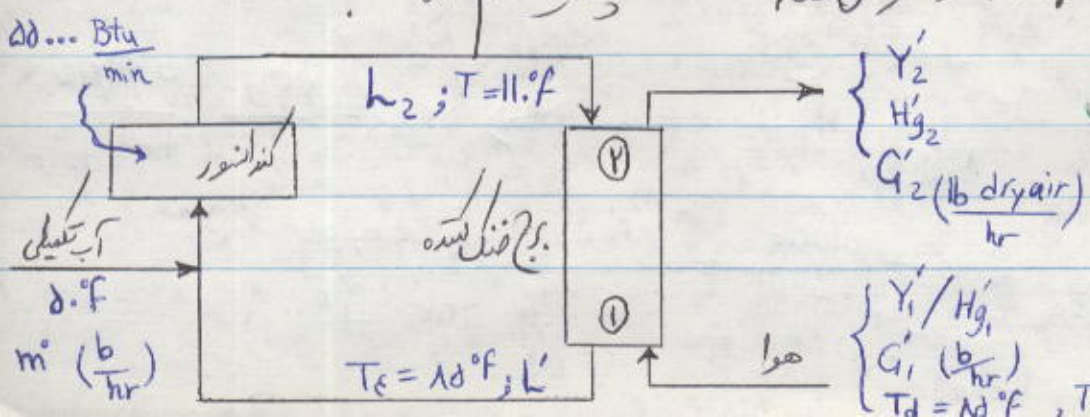
$T_i = T_s =$ نقطه شبنم $= ۸۱°$

$\rightarrow \ln\left(\frac{۱۴۸ - ۸۱}{۸۵ - ۸۱}\right) = \frac{۸۵ V_T}{۱۵۰۰۰ * ٪۲۴۵۵} \Rightarrow V_T = ۱۳۶\ ft^۳$

عملیات واحد II

برای جذب $55,000 \frac{Btu}{min}$ حرارت از چکاننده یک برج تقطیر مقدار $2000 \frac{lb}{min}$ آب سرد مورد نیاز است که در دمای $110^\circ F$ از چکاننده خارج می‌شود. این آب به یک برج خنک کننده وارد می‌شود. جریان هوای معکوس برقرار می‌شود و مجدداً به چکاننده فرستاده می‌شود. دمای خشک و مرطوب هوای ورودی به برج خنک کننده به ترتیب $85^\circ F$ و $75^\circ F$ است. دمای آب سرد هنگام خروج از برج خنک کننده $85^\circ F$ می‌باشد نسبت جریان هوا به جریان آب $1,5$ برابر صداقل است. ضریب انتقال جرم فازی - حجمی گاز برای نوعی آکنه خاص که مورد مصرف قرار گرفته است به شرطی که $k_y a = 200 \frac{lb}{hr.ft^3.\Delta Y'}$ سرعت جریان آب و هوا به ترتیب از $2000 \frac{lb}{hr.ft^2}$ و $1500 \frac{lb}{hr.ft^2}$ کمتر نباشد. از آبی که در $50^\circ F$ وارد می‌شود بعنوان آب تکمیلی استفاده می‌شود.

سطح مقطع و ارتفاع لازم این برج خنک کننده و نیز مقدار آب تکمیلی را محاسبه نمائید. اگر فشار بخار آب در دمای $35^\circ F$ برابر $6 kPa$ باشد. مقدار بخار آب موجود در $1,6 kg$ هوای مرطوب در دمای $35^\circ C$ با رطوبت نسبی 60% و فشار کل $100 kPa$ چند کیلوگرم است؟



آنتالپی بخار آب بر مبنای دیاگرام رطوبت

موجود در گاز - برگبال ها سیم

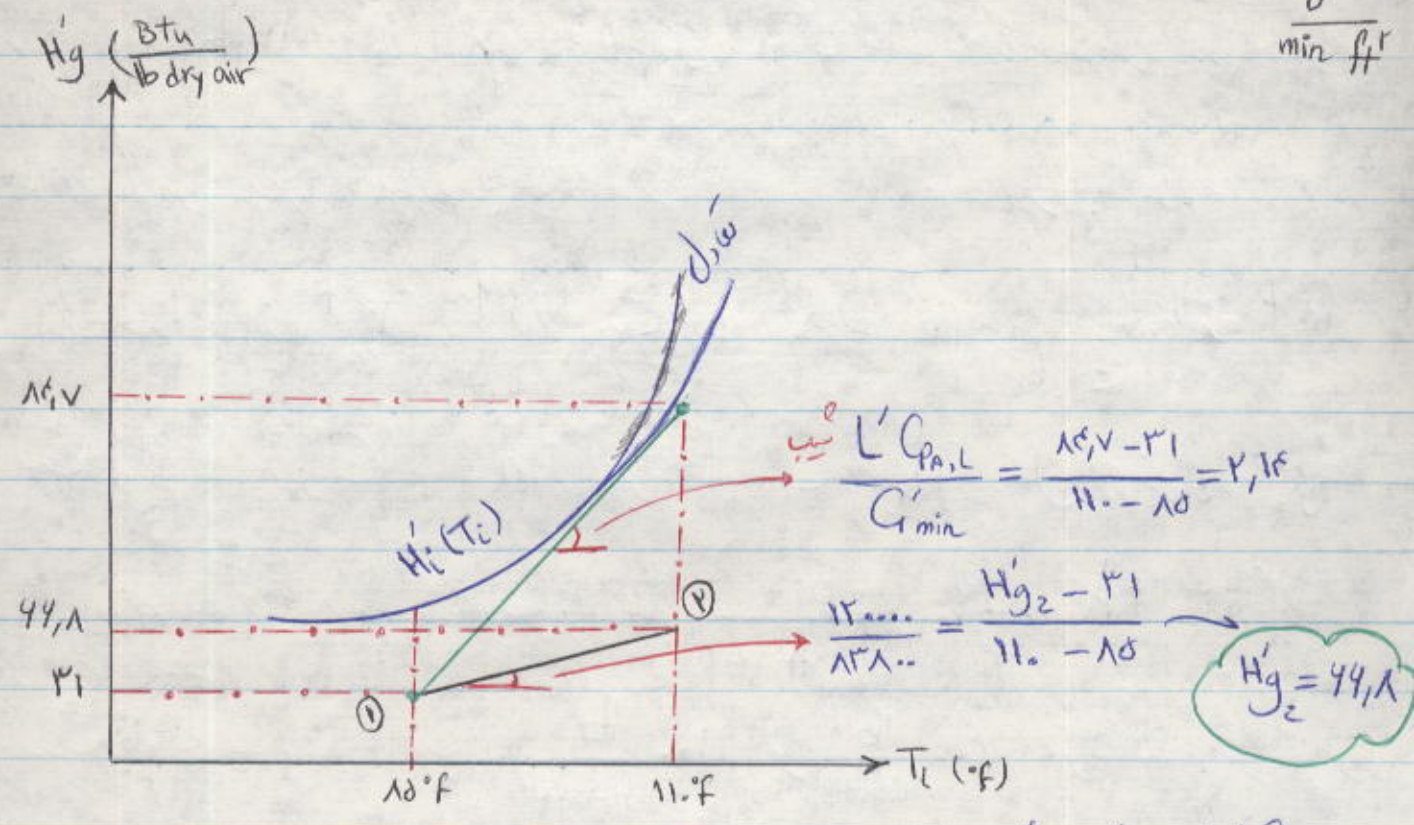
ی شود

$T_L(°F) - T_i$	۸۵	۹۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰	۱۱۵
$H_i'\ (\frac{Btu}{lb\ dry\ air})$	۴۱٫۹	۴۸٫۲	۵۵٫۷	۶۴٫۰	۷۴٫۲	۸۴٫۷	۹۵

باز فرض

$$G_1' = G_2' = G'$$

$$L_1' = L_2' = L' = \frac{۲۰۰۰}{A}\ \frac{lb}{min\ ft^2}$$



معادله خط تبادل: $L' C_{p_{A,L}} (T_L - T_{L_1}) = G'(H_g' - H_{g_1}') \rightarrow \frac{H_g' - H_{g_1}'}{T_L - T_{L_1}} = \frac{L' C_{p_{A,L}}}{G'} =$ شیب خط تبادل

حداقل G' یعنی حداکثر شیب خط تبادل بنابراین خط مماس را رسم کرده و حداقل G' را به صورت ترسیمی محاسبه می‌کنیم

از شکل $\frac{L' C_{p_{A,L}}}{G'_{min}} = ۲٫۱۴ \rightarrow G'_{min} = \frac{L' C_{p_{A,L}}}{۲٫۱۴}$

$$G'_{min} = \frac{(\frac{۲۰۰۰}{A})\frac{b}{min\ ft^2} * ۶۰\ \frac{min}{hr} * ۱}{۲٫۱۴} \rightarrow G'_{min} = \frac{۵۷۱۰۰}{A}\ \frac{b\ dry\ air}{hr \cdot ft^2}$$

$$\rightarrow G' = ۱٫۵\, G'_{min} = ۱٫۵ * \frac{۵۷۱۰۰}{A} = \frac{۸۵۶۵۰۰}{A}\ \frac{b\ dry\ air}{hr\ ft^2}$$

حال خط تبادل را رسم می‌کنیم - شیب خط تبادل : $\frac{L'}{G'} = \frac{\frac{12,000}{A}}{\frac{3800}{A}} = \frac{12,000}{3800}$

حداقل مقدار : $2000 \frac{b}{hr\,ft^2} \rightarrow L' = \frac{2000}{A} \geq 2000 \frac{b}{hr\,ft^2}$ (*) $\rightarrow A \leq \frac{2000 * 40}{2000} = 40\,ft^2$

حداکثر مقدار : $150 \frac{b}{hr\,ft^2} \Rightarrow G' = \frac{3800}{A} \geq 150 \frac{b}{hr\,ft^2} \rightarrow A \leq \frac{3800}{150} = 25\,ft^2$

حال ضریب فردی - جرمی انتقال جرم $k_g a = 200$ واحد انتخاب شده

بنابراین اگر $A = 25\,ft^2$ انتخاب گردد هر دو شرایط برقرار می‌گردد.

$$\rightarrow G' = \frac{3800}{25} = 150 \frac{b}{hr.ft^2}$$

$$Z = \frac{G'}{k_g M_B a} \int \frac{dH_g}{H'_{g_i} - H'_g} = HTU \cdot NTU$$

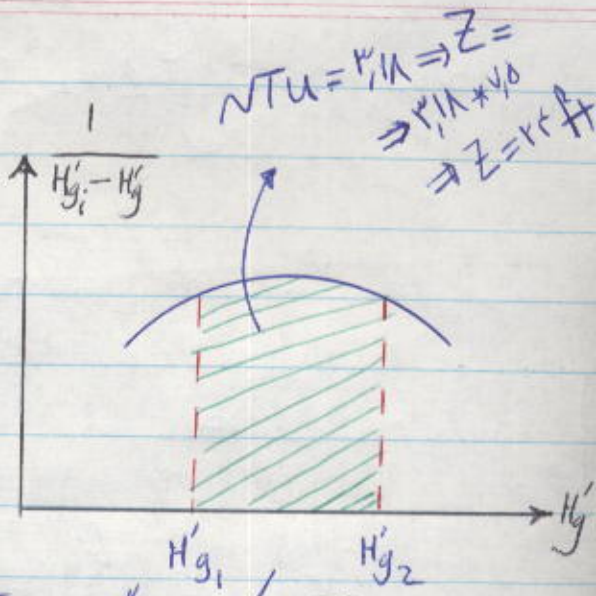
می‌دانیم $G' dY' = k_y a (Y'_i - Y') = k_y M_B a (Y'_i - Y)$

$$\Rightarrow k_y a = k_y M_B a = 200 \frac{b}{hr\,ft^2.dy'}$$

$$HTU = \frac{G'}{k_y M_B a} = \frac{150}{200} = 0.75\,ft$$

برای NTU دو کار می‌توانیم انجام دهیم با توجه به ذوزنقه و یا ترسیم

T_L	H'_g (داده)	H'_{g_i} (داده)	$\frac{1}{H'_{g_i}-H'_g}$
۱۵	*	*	*
⋮	⋮	⋮	⋮



$NTU = ۳٫۱۸ \Rightarrow Z =$
$\Rightarrow ۳٫۱۸ * ۷٫۵$
$\Rightarrow Z = ۲۴ ft$

حال مقدار G' تقریبی را چگونه بدست می‌آوریم ؟

① معادله $\int_{Y'_1}^{Y'_2} \frac{dY'}{Y'_i - Y'} = \frac{k_y a}{G'} \int dz \longrightarrow \frac{Y'_2 - Y'_1}{(Y'_i - Y')_{av}} = \frac{k_y a}{G'} (Z_T)$

$$(Y'_i - Y')_{av} = \frac{[Y'_i(TL_2) - Y'_2] - [Y'_i(T_{L_1}) - Y'_1]}{\ln\left[\frac{Y'_i(T_{L_2}) - Y'_2}{(Y'_i(T_{L_1}) - Y'_1)}\right]}$$

با حدس و خطا از این دو معادله $Y'_2 = ۰.۰۴۵۳$ را بدست می‌آوریم

موازنه جرم

$$\dot{m}_{H_2O}\left(\frac{lb}{hr}\right) = G_A(Y'_2 - Y'_1) = G' * ۵۴(۰.۰۴۵۳ - ۰.۰۴۹۵) \quad (I)$$

از اینجا به بعد ۲ راه حل داریم :

۱) مقدار $G' = ۱۵۰۰ \frac{lb}{hr\,ft^2}$ را در رابطه (I) قرار می‌دهیم ، $\dot{m}_{H_2O}$ محاسبه می‌شود

۲) G' را از اساس فرض نمایت در طول برج محاسبه شده و بررسی است

از مقداری که بدست آمده برای موازنه آنتالپی می‌نویسیم

موازنه انتالپی

$$55\ldots\left(\frac{Btu}{hr}\right)*4.*\dot{m}_{H_2O}(1)(50-32)+G'*54*31=G'*54*44$$

$C_{P_{H_2O,L}}$ — ظرفیت گرمایی — A — Hg_1 — (II) — Hg_2

در حل همزمان دو معادله (I) و (II) و حذف G'

$$\dot{m}_{H_2O}=249.\ \frac{lb}{hr}$$

نکته: در معادله (I) ما می‌توانستیم مستقیماً G_s را برابر 1500 بگذاریم و مسأله تمام می‌شد ولی اگر اینطور رابگیریم آنگاه در معادله دوم (II) بجای $\dot{m}$ بدست آمده در معادله (I) دربست نمی‌شد زیرا معادله (II) هم باید صادق باشد پس بعد از معادله (I)، معادله (II) را می‌نویسیم و دو معادله و دو مجهولی حل می‌کنیم

عملیات واحد II

یک جامد مرطوب از مقدار رطوبت ٪۸۰ به ٪۵ (براساس مرطوب) خشک می‌شود. میزان رطوبت که میزان ۱۰۰۰ kg از محصول خشک تولید شده باید تبخیر شود را محاسبه کنید

رطوبت اولیه $X'_1 = \frac{٪۸۰}{1-٪۸۰} = ۴ \quad \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ Solid}$

رطوبت نهایی $X'_2 = \frac{٪۵}{1-٪۵} = ٪۵۲۶$ // //

مقدار جامد خشک موجود در محصول خروجی $= 1000 * ٪۹۵ = ۹۵۰\ kg\ dry\ Solid$

میزان آب تبخیر شده $= ۹۵۰(۴ - ٪۵۲۶) = ۳۷۵۰\ kg\ H_2O$

عملیات واحد II

تجزیه دانه‌بندی اجزاء خرد شده از سنگ کوارتز در جدول زیر داده شده است

Mesh	۴/۷	۶/۸	۸/۱۰	۱۰/۱۴	۱۴/۲۰	۲۰/۲۸	۲۸/۳۵	Pan
ΔX_n	۰/۰۲۸۱	۰/۱۲۵۰	۰/۳۲۰۷	۰/۲۸۷۰	۰/۱۵۹۰	۰/۰۵۳۸	۰/۰۲۱	۰/۰۳۸۴

الف) سطح مخصوص و حجمی مخصوص ذرات با اندازه‌های درشت‌تر از مش ۳۵ را برای یک گرم از نمونه بیابید. چگالی نمونه $2{,}65 \frac{gr}{Cm^3}$ و ثابت شکل $b = 3{,}5$, $a = 2$ می‌باشد.

ب) ذرات روی کدام الک روی نمودار استاندارد کوچکتر از مش ۳۵ عبوری نهم. در صورتی که تجزیه ذرات روی کف بصورت زیر باشد سطح و تعداد ذرات روی کف را تعیین کنید

Mesh	۳۵/۴۸	۴۸/۶۵	۶۵/۱۰۰	۱۰۰/۱۵۰	۱۵۰/۲۰۰	Pan
ΔX_n	۰/۰۱۰۲	۰/۰۷۷۰	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۷۵

	Mesh	D_{Pn} (Cm)	$\bar{D}_n$ (Cm) $= \frac{D_{Pn} + D_{Pn-1}}{2}$	$\frac{\Delta Y_n}{D_n}$	$\frac{\Delta X_n}{D_n^2}$
۴/۷	۴	۰/۴۷۶۴	$\frac{۰/۴۷۶۴ + ۰/۳۳۲۷}{2} = ۰/۴۰۱۲$	۰/۰۹۳	۰/۹
۶/۸	۶	۰/۳۳۲۷	۰/۲۸۱۴	۰/۴۲۹	۵/۴
۸/۱۰	۸	۰/۲۳۰۲	۰/۲۰۰۹	۱/۵۹۹	۲۹/۹
۱۰/۱۴	۱۰	۰/۱۷۵۱	۰/۱۴۰۹	۱/۸۸۹	۹۲
۱۴/۲۰	۱۴	۰/۱۱۴۸	۰/۱۰۰۰	۱/۵۹۰	۱۵۹
۲۰/۲۸	۲۰	۰/۰۸۳۳	۰/۰۷۱۱	۰/۷۸۷	۱۵۰
۲۸/۳۵	۲۸	۰/۰۵۸۹	۰/۰۵۰۳	۰/۴۱۷	۱۴۸
	۳۵	۰/۰۴۱۸		$\sum \frac{\Delta X_n}{D_n} = 4{,}49$	$\sum = 411$

الف)

$$A_w = \frac{4}{\Phi_s \rho_p} \sum \frac{\Delta X_n}{D_n} = \frac{4 * 1,75}{2,45} = 2,5\ Cm^2$$

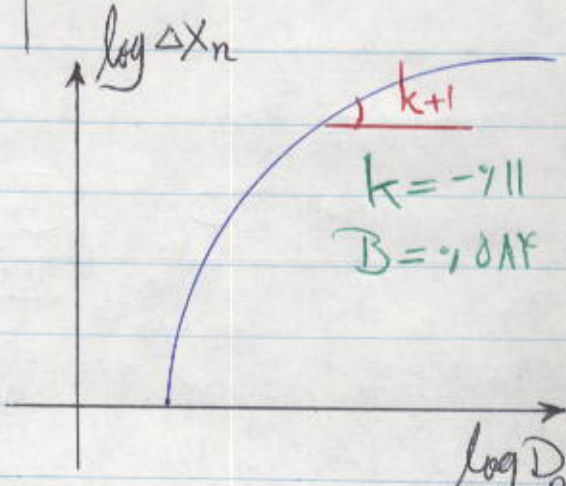
$$\Phi_s = \frac{a}{b} \Rightarrow \frac{1}{\Phi_s} = 1,75$$

$$N_w = \frac{1}{\rho_p} \sum \frac{\Delta X_n}{D_n^2} = \frac{1}{2 * 2,45} * 411 = 115$$

ب) ذرات روی الک را برگردانیم به 35 بشر روی شیکر

Mesh	ΔX_n	Mesh	$\log \Delta X_n$	$\log D_{Pn}$
35/40	%10.2	40	-1,99	-1,53
40/45	%7.75	45	-1,113	-1,4852
45/100	%5.81	100	-2,234	-1,8423
100/150	%4.1	150	-2,39	-1,9823
150/200	%3.1	200	-2,51	-2,120
ته Pan	%7.5			

جهت تعیین اندازه بزرگترین ذره موجود در نمونه



%7.5 %5.84 -%11

$$\Delta X_n = \frac{B}{k+1}\left[D_{P_{n-1}}^{k+1} - D_{P_n}^{k+1}\right] \Rightarrow D_{P_n} = \%0.72\ Cm$$

Pan ته ΔX

%7.2

از جدول مربوطه
آخرین غربال Mesh 200

Mesh	ΔX_n	D_{Pn}
⋮	⋮	
۲۸/۳۵	٪۰۲۱۰	٪۰۴۱۹
Pan	٪۰۴۸۶	٪۰۴۱۸ درشت‌ترین D_{P_2} — مربوط به Mesh 35
		٪۰۰۰۷۲ ریزترین D_{P_1}

$$A_w = \frac{4}{\Phi_s \rho_p} \int_{X_1}^{X_2} \frac{dX}{D_p} = \frac{-4B}{\Phi_s \rho_p} \int_{D_{P_1}}^{D_{P_2}} D_p^{k-1} \, dD_p =$$

$$\frac{\partial X}{\partial D_p} = -B D_p^k$$

طبق فرمول جبل

$$= \begin{cases} \dfrac{4B}{\Phi_s \rho_p k} \left(D_{P_1}^k - D_{P_2}^k \right) & k \neq 0 \\ \dfrac{4B}{\Phi_s \rho_p} \ln \dfrac{D_{P_1}}{D_{P_2}} & k = 0 \end{cases}$$

$$N_w = \frac{1}{a \rho_p} \int_{X_1}^{X_2} \frac{dX}{D_p^2} = \frac{-B}{\alpha \rho_p} \int_{D_{P_1}}^{D_{P_2}} \frac{dD_p}{D_p^{B-k}} = \frac{B}{(2-k)\alpha \rho_p} \left[\frac{1}{D_{P_2}^{2-k}} - \frac{1}{D_{P_1}^{2-k}} \right]$$

$$A_w = \frac{4 * (٪۰۵۸۶)}{۲/۴۵ * ۲,۹۵ (-٪۱۱)} \left[(٪۰۰۰۴۱۸)^{-٪۱۱} - (٪۰۰۰۷۲)^{-٪۱۱} \right] = 9,7 \, \text{Cm}^2$$

$$\text{؟} = \frac{\text{۳۷۶٪}}{(\text{۲+۱۱٪}) * ۲ * ۶۴,۲} \left[\frac{1}{(\text{۲۸۰۰۰۰۱})^{\text{۲+۱۱٪}}} - \frac{1}{(\text{۱۸۴۰۰۰۰})^{\text{۲+۱۱٪}}} \right] =$$

$$\text{؟} = \text{۲۲۰٫۰۰۰}$$

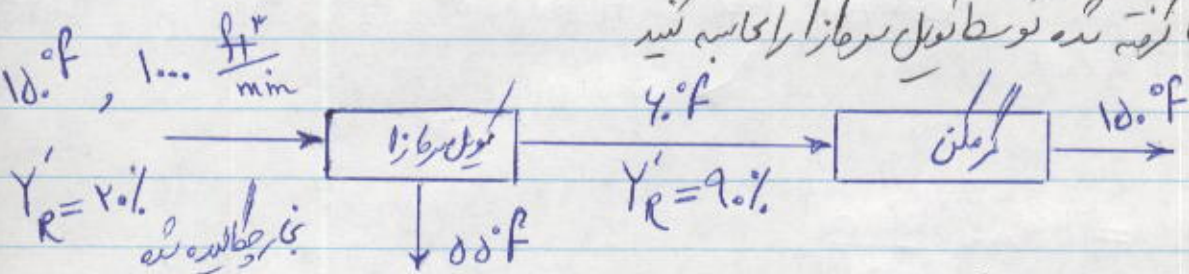
عملیات واحد II

توسط کویل سرمازا $1000 \frac{ft^3}{min}$ هوای با دمای $150°f$ و رطوبت (نسبی) ۲۰٪ را به هوای با دمای $40°f$ و رطوبت ۹۰٪ می‌رسانیم. بخاری که در این عمل جدا می‌شود دارای درجه حرارت متوسط $55°f$ است. پس از رسیدن هوا به این شرایط آنرا مجدداً توسط کویل گرم کننده به دمای $150°f$ می‌رسانیم. مطلوبست

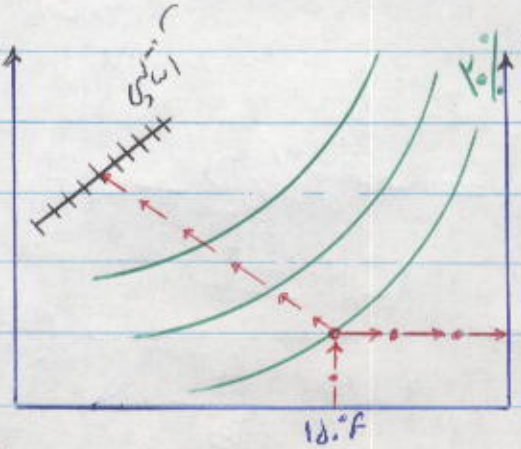
الف) برای هریک از سه حالت فوق رطوبت مطلق، آنتالپی و حجم را برحسب $\frac{ft^3}{min}$ جهت هوای مرطوب محاسبه کنید

ب) مقدار رطوبت زدوده شده را برحسب $\frac{lb}{hr}$ محاسبه کنید

ج) حرارت گرفته شده توسط کویل سرمازا را محاسبه کنید



حل (الف)



حالت اول: T_H نیز بدین جهت مقدیری است خوانده شود

$$Y'_R = \frac{\bar{P}_A}{P_A^{sat}} = ٪۲ \quad \left(\bar{P}_A = ٪۲ P_A^{sat}\right)$$

P_A^{sat} در دمای $150°f$

$$Y' = \frac{M_A}{M_B} * \frac{P_A}{۷۶۰ - P_A} \Rightarrow Y' = ٪۰۳۲$$ راه دوم

از نمودار همین سوال استفاده کرد

$$H_t = C_s(T-T_0) + \lambda_0 Y' = (0.24 + 0.45Y')(150 - 32) + 1061Y'$$

قبلاً محاسبه شده

برای حالت دوم نیز مانند بالا عمل می‌کنیم. برای حالت سوم با $150^\circ F$ اشباع و رطوبت نیز Y' (نه رطوبت نسبی) مثبت و برابر با رطوبت مطلق حالت دوم اشباع یعنی $Y' = 0.018$ چون کاملاً نشده

برای ب- از نمودار استفاده می‌کنیم

ب)

$$\Delta Y' = Y'_2 - Y'_1 = 0.342 - 0.018 = 0.324 \ \frac{\text{lbmol } H_2O}{\text{mol air}}$$

$$? \frac{\text{lb } H_2O}{hr} = 0.324\left(\frac{\text{lb } H_2O}{\text{lb dry air}}\right) * \frac{1}{v}\left(\frac{\text{dry air}}{ft^3 \text{ wet air}}\right) * 1000 \frac{ft^3 \text{ wet air}}{min} * \frac{60 \text{ min}}{1 hr}$$

$v = 14.187$

بنابراین $= 1150 \frac{\text{lb } H_2O}{hr}$

ج)

$$Q = \dot{m}_{dry\ air} \Delta H$$

$H_2 = 47.85$, $H_1 = 17.07$

$$= \frac{1000 \frac{ft^3}{min}}{14.187 \frac{ft^3}{lb}} * (H_2 - H_1) - \dot{m} C_p \Delta T =$$

$\dot{m} = (118)$, $C_p = (1)$, $\Delta T = (55 - 32)$

$$Q = 1.94 * 10^5 \frac{Btu}{hr}$$

عملیات واحد II

در فرآیندی که از بنزن بعنوان حلال استفاده می‌شود، بنزن توسط جریانی از نیتروژن تبخیر گشته و بخار حاصل در دمای ۲۹۷ k و فشار 1 bar دارای رطوبت نسبی ۶۰٪ می‌باشد. بازیابی ۸۰٪ بنزن موجود در فاز گاز با سرمایش تا ۲۸۳ k و فشرده کردن تا فشار مناسب حاصل گردد. چندتایی بدین منظور باید اعمال گردد.

(۱)
$T_1 = 297\ ^\circ k$
$P_t = 1\ bar$
$Y'_R = 1\%$
نیتروژن و بنزن

سرمایش

(۲)
$T = 285\ k$
$P_A^{sat} = ?$
$P_t = ?$
$Y'_2 =$

$$Y'_R = \frac{P_A}{P_A^{sat}} = 0.1 \Rightarrow P_A = 0.1\, P_A^{sat}$$

در دمای ۲۹۷

$Y'_1 = \checkmark$

$$Y'_2 = 0.2\ Y'_1 \quad (1 - 0.8)$$

$Y'_2 = \checkmark$

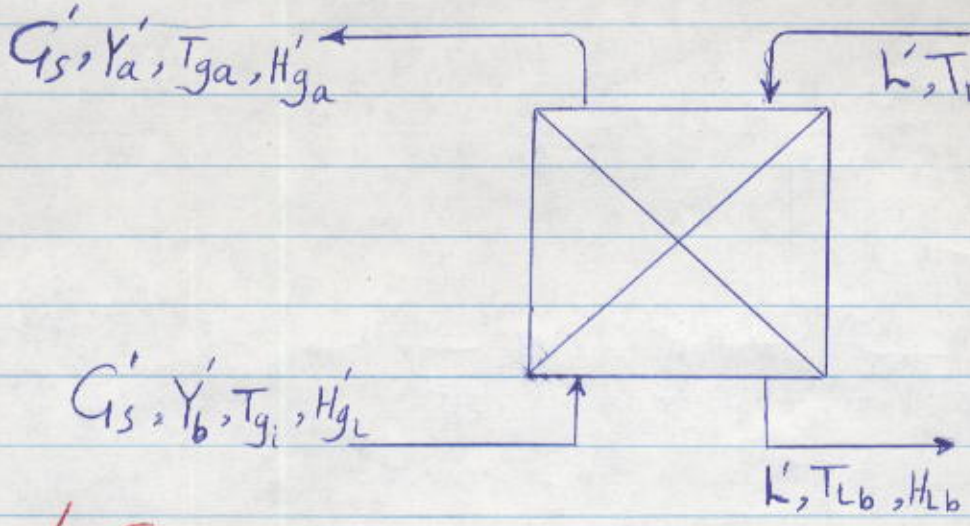
$$Y'_2 = \frac{M_B}{M_N} \frac{P_B^{sat}}{P_t - P_B^{sat}} \Rightarrow P_t = \checkmark$$

$1\ atm = 1.05\ bar$

$1\ atm = 1.01325\ Pa$

$1\ atm = 760\ mmHg$

در یک برج مرطوب کننده به ارتفاع 2^m و سطح مقطع 2^{m^2} هوا با دبی $2,5 \frac{m^3}{s}$ با دمای خشک $95^{\circ}F$ و رطوبت $0.017 \frac{lb_{H_2O}}{lb\ dry\ air}$ وارد شده و بصورت آدیاباتیک با دمای $42^{\circ}C$ سرد می‌شود. ارتفاع این برج را به 4^m برسانیم شرایط هوای خروجی به چه صورتی خواهد شد.

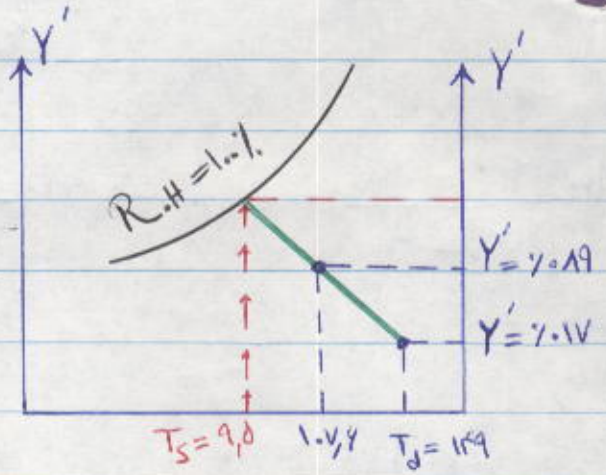


$Z_T = 2m$
$A = 2m^2$ (a,b)
$G_s' = 2,5 \frac{m^2}{s}$
دبی
$T_d = 95^{\circ}C$ دمای خشک
$Y_L' = 0.017$
$T_{ga} = 42^{\circ}F$

آدیاباتیک

$Z_T = 2m \rightarrow Z_T = 4m$ $\begin{cases} T_d = 107,4^{\circ}F \\ \dot{m} = 2,5 \frac{m^2}{s} \\ T_d = 149^{\circ}F \\ Y' = 0.017 \end{cases}$

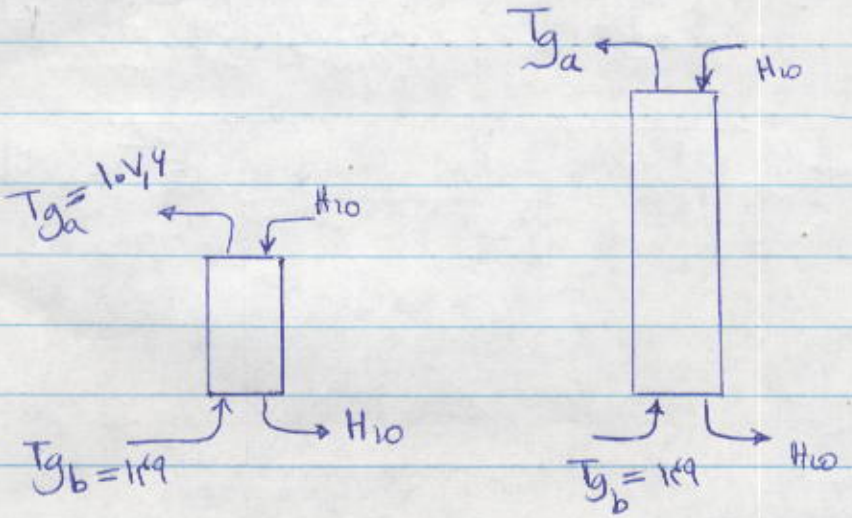
If $Z_T = 4m$



برای بدست آوردن T_s از نقطه‌ای خط عمر را امتداد داده تا منحنی اشباع را قطع کند سپس دما را می‌خوانیم

$$\ln \frac{T_g - T_s}{T_{ga} - T_s} = \frac{h_{ga}}{G_s' \overline{G_s}} Z_T$$

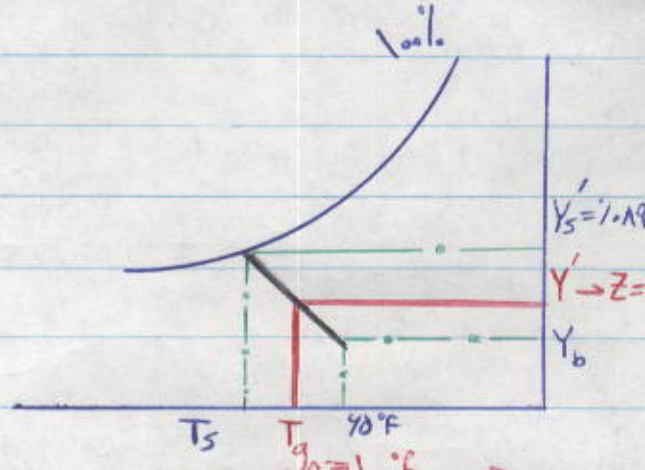
$$\frac{\ln \frac{149 - 19,5}{107,4 - 19,5} = \frac{h_{ga}}{G'_s \bar{C}_s} * 2}{\ln \frac{149 - 19,5}{T_{ga} - 19,5} = \frac{h_{ga}}{G'_s \bar{C}_s} * 4} \Rightarrow T_{ga} = 95,25$$



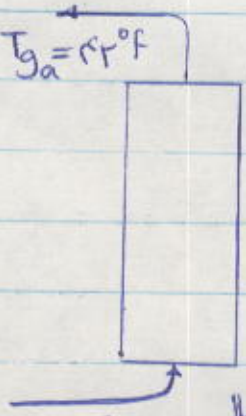
راه حل دوم :

$$Z = NTU \cdot HTU \Rightarrow \frac{G'_s}{k_y M_B a} \ln \frac{Y'_s - Y'_b}{Y'_s - Y'_a}$$

$$\ln \frac{149^\circ F - 90}{107,4 - 90} = A * 2 \rightarrow A = 0,4$$



نکته : در شرایط آدیابتیک ضرایب انتقال حرارت و جرم با هم برابرند



If $Z = 4\ m \Rightarrow 0.4 = \ln\frac{140-90}{T_{g_a}-90} \Rightarrow T_{g_a} = 100$ دیدیم که T_{g_a} را حالت دوم بین دو سطح چین سبز بود

$$Q = 2.5\frac{m^3}{s} * \frac{2.28\ ft^3}{1m^3} = 122.04\ \frac{ft^3}{s}$$

V_H از طریق نمودار $\rightarrow$ آن براساس کاسه حوان

$$V_H = 15.8\ \frac{ft^3}{b\ dry\ air}$$

$$\frac{122.04\ \frac{ft^3}{s}}{15.8\ \frac{ft^3}{b\ dry\ air}} = 7.81\ \frac{b\ dry\ air}{Sec} \Rightarrow G'_S = 7.81\ \frac{lb\ dry\ air}{Sec} * \frac{1}{A\ 2m^2} \Rightarrow$$

$$G'_S = 3.905\ \frac{lb\ dry\ air}{50\ m^2}$$

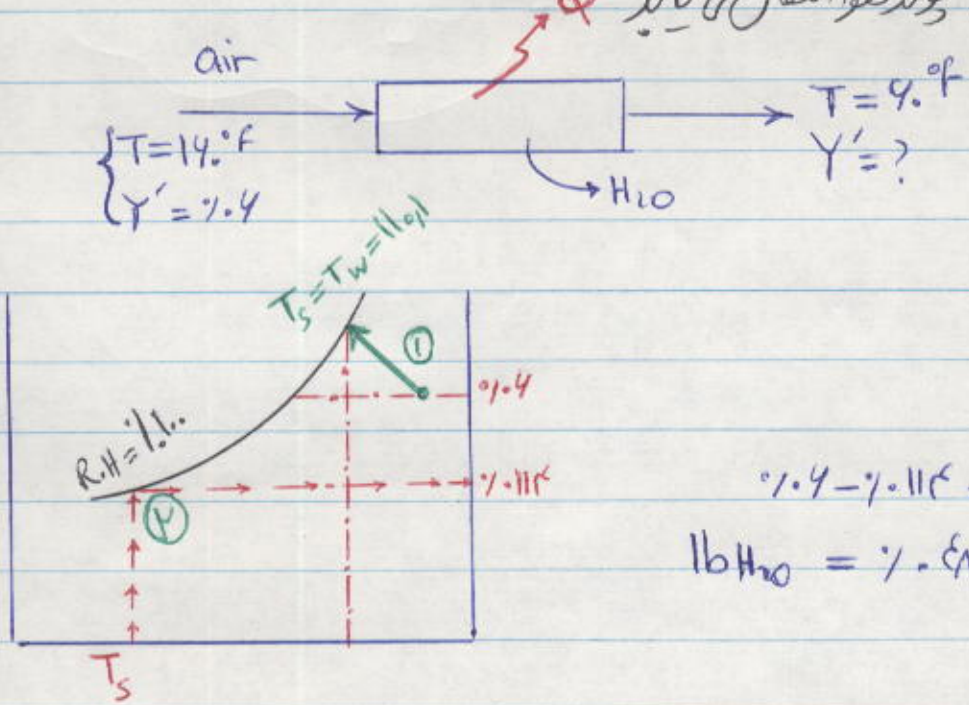
$M_B = 29$, $A = 2m^2$

با استفاده از چگالنده لوله ای بخوطی از بخار بنزن هوا از $14.^{\circ}f$ به $40.^{\circ}f$ خنک می شود. رطوبت گاز ورودی به چگالنده 0.4 $\frac{lb\ Benzene}{lb\ air}$ مطلوبیت محاسبه:

الف) دمای نقطه شبنم گاز ورودی

ب) رطوبت گاز خروجی

ج) کل حرارتی که از هر پوند هوا انتقال می یابد



1 lb air : Basis

میزان آب جذب شده ⇐

$0.4 - 0.1124 = 0.2876$

$lb\ H_2O = 0.2876 = 36.24\ mmHg$

برای بدست آوردن H'_2 ، H'_1 از نقطه ① و ②

$H'_1 = 10.8\ \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$ $\qquad$ $H'_2 = 24.5\ \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$

برای بدست آوردن Q باید موازنه انرژی بینیم که برای این کار باید H'_1 و H'_2 و همچنین میزان انرژی که با خود بیرون خواهد برد را بدست آوردیم

آب از نقطه ① تا ② سرد می‌شود یعنی دمای آن کم می‌شود مطابق ۱۸ درجه که در جدول بالای داده شده است آنتالپی آب را می‌خوانیم

$$H'_{H_2O} = 2,25$$

$$1,8 = Q + 24,5 + 2,25 \longrightarrow Q = 79,25$$

عملیات واحد II

ارقام زیر هنگام جذب بخار استون روی یک نوع کربن فعال در ۳۰°C بدست آمده است

gr absorbed / gr Carbon	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۳۵
Partial Pressure of ACeton in gas (mmHg)	۰	۲	۱۲	۴۲	۹۲

فشار بخار استون خالص در ۳۰°C معادل ۲۸۳ mmHg است. مقدار ۲gr کربن خالص در یک ظرف یک لیتری در تماس با هوای استون دار قرار می‌گیرد تا ۳۰°C است. اشباع نسبی ظرف ٪۳۰ است. با فرض اینکه هوا به مقدار بسیار کم جذب می‌شود. غلظت نهایی استون در ظرف و فشار جزئی ظرف را محاسبه کنید

$$Y' = \frac{gr\ adsorbed}{gr\ dry\ air}$$

$$Y' = \frac{P_A}{P_t - P_A} \cdot \frac{M_A}{M_B}$$

شرایط اولیه I: $\begin{cases} X_1' = 0 \\ Y_1' = \frac{P_{A_1}}{P_t - P_{A_1}} \cdot \frac{M_A}{M_B} \end{cases}$

$$R.H = \frac{P_A}{P_A^{sat}} = ٪۳ \longrightarrow = P_A = 99\ mmHg$$

($P_A^{sat} \rightarrow$ ۲۸۳ mmHg)

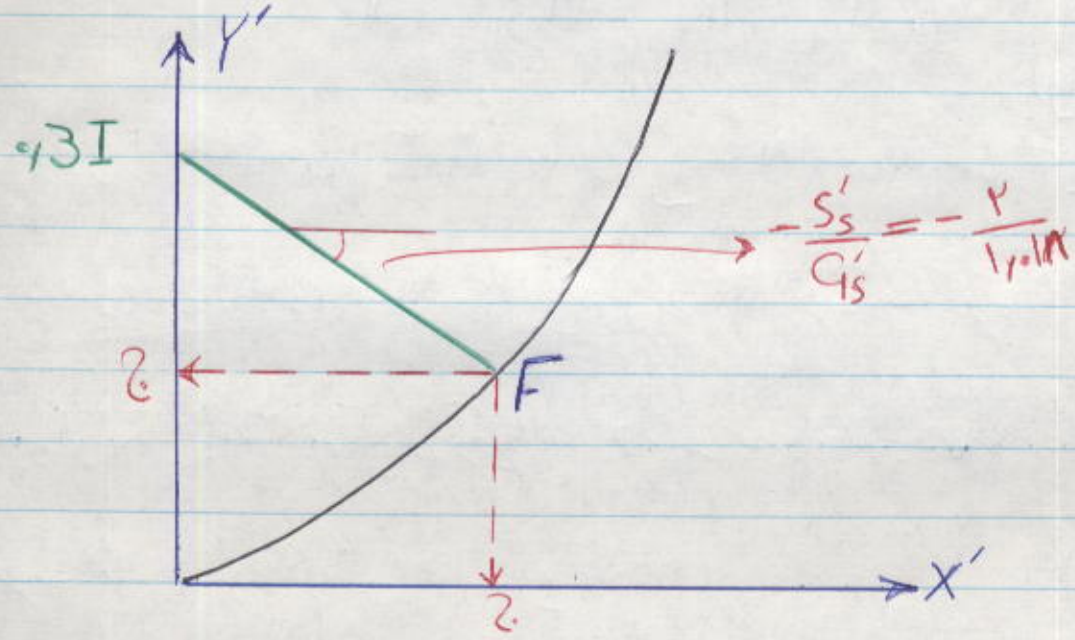
$$Y_1' = \frac{99}{۷۶۰ - 99} * \frac{۲۹}{۵۸} = ٪۳\ \frac{gr\ ACeton}{gr\ dry\ air}$$

$Y' = \frac{gr\ adsorbed}{gr\ dry\ air}$
۰
$\frac{۲}{۷۶۰ - ۲} * \frac{۲۹}{۵۸}$
$\frac{۱۲}{۷۶۰ - ۱۲} * \frac{۲۹}{۵۸}$
$\frac{۴۲}{۷۶۰ - ۴۲} * \frac{۲۹}{۵۸}$
$\frac{۹۲}{۷۶۰ - ۹۲} * \frac{۲۹}{۵۸}$

$S_S' = ۲gr$ کربن خالص $G_S' = ?$

$$P_1 V_1 = \frac{m_1}{M_w} R T_1 \; ; \; P_2 V_2 = \frac{m_2}{M_w} R . T_2$$

$$G'_s = \frac{1}{٢٢,٤} * \frac{٢٧٣}{٢٧٣+٣٠} * \frac{٧٤٠ - ٩٩}{٧٦٠} * ١٩ = ١,٠١٥ \text{ grdry air}$$



عملیات واحد II

یک خشک کن دوار با جریان ناهمسو جهت خشک کردن سولفات آمونیوم از رطوبت ٪۳٫۵ به ٪۰٫۲ مورد استفاده قرار می‌گیرد. قطر خشک کن 1.2^m و طول آن 9.7^m است. هوای استوایی در دمای $25^{\circ}C$ و رطوبت نسبی ٪۵۰ قبل از ورود به خشک کن با کویل بخار تا $90^{\circ}C$ گرم شده و پس از عبور از خشک کن در دمای $32^{\circ}C$ از آن خارج می‌شود. جامد مرطوب در دمای $28^{\circ}C$ وارد خشک کن شده و انتظار می‌رود در دمای $60^{\circ}C$ از آن خارج شود. مقدار محصول خروجی $900 \frac{kg}{hr}$ می‌باشد. اگر ضریب انتقال حرارت بین خشک کن و محیط اطراف $42 \frac{W}{m^2 k}$ باشد میزان هوا و حرارت لازم جهت خشک کردن را محاسبه کنید:

رطوبت جامد مرطوب ورودی: $Y = ٪۳٫۵$ ← بر حسب جامد مرطوب درصد می‌گیریم

رطوبت جامد خروجی: $Y'_{\text{خروجی}} = ٪۰٫۲$

طول خشک کن $L = 9.7m$

قطر خشک کن $D = 1.2\ m$

$$X'_1 = \frac{3.5}{100 - 3.5} = ٪۳۶۲ \ \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ Solid} \quad ; \quad X'_2 = \frac{0.2}{100 - 0.2} = ٪۰۰۲ \ \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ Solid}$$

$$S'_S = 900\,(1 - ٪۰۰۲) = 898.2 \ kg\ dry\ Solid/hr$$

$$\text{ظرفیت خشک کردن} = 898.2\,(٪۳۶۲ - ٪۰۰۲) = 30.81 \ kg\ H_2O\ evaporated/hr$$

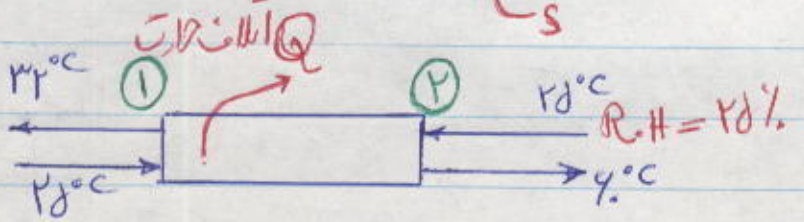
هوا
$T = 25^\circ C$
$R.H = 50\%$
} ← مخلوط ← رطوبت مطلق هوا خروجی از برج خشک کن ← $Y'_2 = \%1 \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ air}$

آنتالپی بخار آب (مبنا): $T_0 = 0^\circ C$, $T_{g_2} = 90^\circ C \Rightarrow \lambda_0 = 1075.8 \frac{Btu}{lb} = 2502.2 \frac{kj}{kg}$

$C_S = 0.24 + 0.45 Y' \left(\frac{Btu}{lb\ dry\ air\ ^\circ F}\right) \equiv 1005 + 1884 Y' \left(\frac{J}{kg\ dry\ air\ ^\circ C}\right)$

آنتالپی هوای ورودی: $H_{g_2} = \underbrace{\left[1005 + 1884 (\%1)\right]}_{C_S} (90 - 0) + 1075.8 =$

$= 111720 \frac{J}{kg\ dry\ air}$



آنتالپی هوای خروجی: $H'_{g_1} = \left[1005 + 1884 Y'_1\right](32 - 0) + 2501.2 Y'_1 =$

$H'_{g_1} = 32140 + 2501.2 Y'_1$

سولفات آمونیوم: $C_{p_B} = 1.4 \frac{J}{kg \cdot k}$ حرارت جذب در حرارت

$C_{p_{H_2O(l)}} = 4187 \frac{J}{kg \cdot k}$ گرمای ویژه آب مایع

$\Delta H_{Adsorption} = 0$ آنتالپی جذب

$T_0 = 0^\circ C$, $T_{S_1} = 25^\circ C$, $T_{S_2} = 70^\circ C$

$H'_{S_2} = \underset{C_{p_S}}{1.7}(70 - 0) + \underset{X'_2}{0.02}(4187)\underset{C_{p_{A,L}}}{(70 - 0)} = 9.9922 \frac{J}{kg\ dry\ Solid}$

$$H'_{S_1} = 1.8(25-0) + 0.249(2501.6)(25-0) = 6165 \quad \frac{J}{kg\ dry\ solid}$$

$$\overline{\Delta T} = \frac{(90-25)+(32-25)}{2} = 36°C$$

$$\Delta T_{lm} = \frac{(90-25)-(32-25)}{\ln \frac{90-25}{32-25}} = ?$$

اختلاف دماهای متوسط بین خشک‌کن و محیط

سطح خارجی خشک‌کن $= \pi$ (قطر)(طول) $= \pi (1.2)(9.7) = 35.4\ m^2$

آنتالپی هوای خروجی $= Q = 12\ (36.0)(35.4)(36) =$

h_g ↙ سطح ↓ A ↓ ΔT ↓

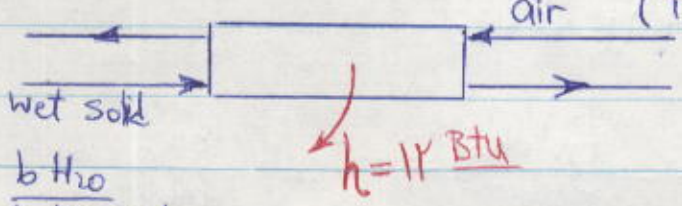
عملیات واحد II

از خشک‌کن نمونه‌هایی جهت خشک کردن $500\ \frac{lb}{hr}$ از جامد متخلخل مرطوبی از رطوبت ۱۵٪ تا ۱۱٪ (بر مبنای خشک) تهیه می‌شود. بدین منظور از هوا با دمای $120^\circ F$ و دمای مرطوب $70^\circ F$ استفاده می‌شود. دمای هوای خروجی $87^\circ F$ است. متوسط رطوبت تعادلی ۵٪ وزن خشک است. رطوبت کل بر مبنای خشک در نقطه بحرانی ۴۰٪ است. در طول خشک‌کن فرض می‌شود که دمای ماده جامد $30^\circ F$ بالاتر از دمای مرطوب هوا باشد. ضریب انتقال حرارت $12\ \frac{Btu}{ft^2.hr.^\circ F}$ است. سطحی به ازای هر پوند $1.1\ \frac{ft^2}{lb\ Solid}$ است. چه‌قدر سینی لازم است تا جامد در خشک‌کن باقی بماند.

روش خط تعادل

$\begin{cases} T_g = 87^\circ F \\ T_{w_1} = 70^\circ F \end{cases} \rightarrow Y_1' = \%12$

$\begin{cases} T_g = 120^\circ F \\ T_w = 70^\circ F \end{cases} \rightarrow Y_2' = \%0.042\ \frac{lb\ H_2O}{lb\ dry\ air}$



$500\ \frac{lb}{hr}$ wet solid

$X_1' = 1.0\ \frac{lb\ H_2O}{lb\ dry\ solid}$

$\begin{cases} X_2' = \%11\ \frac{lb\ H_2O}{lb\ dry\ solid} \\ T_{s_2} = 72^\circ F \end{cases}$

$\frac{A}{S_s'} = 1.1\ \frac{ft^2}{lb\ solid\ dry}$

$x_1' = \frac{X'}{1+X'} = \frac{1.0}{1+1.0} = 0.4\ \frac{lb\ H_2O}{lb\ wet\ Solid}$

کل جامد خشک: $500\ lb\ wet\ Solid * (1-0.4) = 200\ lb\ dry\ Solid$

آب موجود در جامد $= 0.4\ \frac{lb\ H_2O}{lb\ wet\ Solid} * 500\ lb\ wet\ Solid = 300\ lb\ H_2O$

سرعت خشک شدن $= 200\,(1{,}5 - \%11) =$ ✓

نکته: تغییرات رطوبت در خشک کن بصورت اختلاف بیان می‌گردد

آب موجود در جامد خشک $= 200$ lb dry Solid $* \%11 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb dry Solid}} = 22$ lb H$_2$O

آب تبخیر شده $= 300 - 22 = 278 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{hr}}$

دبی هوای خشک $\Rightarrow \frac{\text{آب تبخیر شده}}{\Delta Y'} = \frac{278 \text{ lb H}_2\text{O}}{\%12 - \%0.42 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb dry air}}} = 3049 \frac{\text{lb dry air}}{\text{hr}}$

به راه حل دیگر برای G_s': $S_s'(X_1' - X_2') = G_s'(Y_1' - Y_2') \Rightarrow 200\,(1{,}5 - \%11) = G_s'(\%12 - \%0.42$

میزان آب در جامد در نقطه گرانی $= \%4 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb dry Solid}} * 200 \text{ lb dry Solid} = 80$ lb H$_2$O

میزان آب تبخیر شده در جامد تا رسیدن به نقطه گرانی $= 300 - 80 = 220$ lb H$_2$O

رطوبت هوا خروجی از نقطه گرانی $= \%12 - \frac{220 \text{ lb H}_2\text{O}}{25941} = \%0.58 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb dry air}}$

(G_s' = 25941)

به راه حل دیگر: $\Delta Y' \cdot G_s' = \Delta X' \cdot S_s' \rightarrow 25941\,(\%12 - Y') = (1{,}5 - \%4) \rightarrow Y' = \%0.58$ ✓

$\begin{cases} Y_c' = \%0.58 \\ T_w = 70^\circ\text{F} \end{cases} \Longrightarrow$ نمودار رطوبت سنجی $\quad T_g = 112^\circ\text{F}$

$$\theta = \frac{S_s'(X_1' - X_2')}{A N_c}$$

بین گاز و جامد در نقطه I: $\Delta T_1 = 187 - 72 = 114\ ^\circ F$

بین گاز و جامد در نقطه II: $\Delta T_2 = 113 - 72 = 40\ ^\circ C$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = 26,10$$

موازنه انرژی: $h \cdot \Delta T_{av} = 1500 \cdot (72\ ^\circ F)$: کل حرارت منتقل شده

چون جامد تا این مقدار گرم شده است

$Q = 0$ اولین ذره ای که حرارت پذیرفته شده زیرا

عملیات واحد II

یک نوع کیک (خوراک) توسط یک پمپ ابتدا تحت شرایط دی یابت فیلتر می‌شود. این عمل فشار پمپ را زیاد کرده و به مقدار حداکثر $400\ \frac{kN}{m^2}$ می‌رسد، پس از آن فیلتر اسپرک در فشار ثابت $400\ \frac{kN}{m^2}$ انجام می‌گیرد. مدت زمان لازم جهت عملیات در دی یابت ۸۰۰ ثانیه و مقدار مایع صاف شده در طی این مدت معادل $\frac{1}{3}$ کل مایع صاف شده در طی عمل فیلتر اسپرک می‌باشد. اگر از مقاومت صافی صرف نظر شود، کل زمان فیلتر اسپرک را محاسبه کنید.

$$\Delta P_c = \frac{\mu \cdot \alpha \cdot \frac{V_1 c}{m_c} \cdot u}{g_c \cdot A} = \frac{\mu \cdot \alpha \cdot V_1 \cdot C}{g_c \cdot A} * \frac{V_1}{A \cdot t_1}$$

$$V_1 = \frac{1}{3} V$$

$$V_2 = \frac{2}{3} V$$

$$\Delta P_c = 400 - 100 = 300\ kPa$$

$$\Delta P_c = \frac{\mu \cdot \alpha \cdot C \cdot V_1^2}{(g_c \cdot A^2) t} \xrightarrow{V_1 = \frac{1}{3}V} \Delta P = \frac{\mu \cdot \alpha \cdot C \cdot (\frac{1}{3}V)^2}{(g_c \cdot A^2) t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta P_c = \frac{\mu \cdot \alpha \cdot C \cdot V^2}{9 (g_c \cdot A^2) t} \Rightarrow \Delta P_c * t = \frac{\mu \cdot \alpha \cdot C \cdot V^2}{9 * g_c * A^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 300 * 800 = \frac{\mu \cdot \alpha \cdot C \cdot V^2}{9 * g_c \cdot A^2}$$

برای محاسبه زمان فیلتر اسپرک در فشار ثابت داریم:

$$\frac{dt_2}{dV_2} = \frac{\mu}{A g_c (\Delta P)} \left(\frac{\alpha \cdot C \cdot V}{A} + R_m \right) \longrightarrow \int_0^{t_2} dt_2 = \int_0^{V_2} \frac{\alpha \cdot \mu \cdot C \cdot V_2}{A^2 \cdot g_c \cdot \Delta P} dV_2$$

$$\rightarrow t_f = \frac{\alpha \cdot \mu \cdot C}{A^2 \cdot g_c \cdot \Delta p} \cdot \frac{1}{2} V_f^2$$

$$\rightarrow t_f = \frac{\alpha \cdot \mu \cdot C \cdot V_f^2}{A^2 \cdot g_c \cdot \Delta p} * \frac{1}{2} \xrightarrow{V_f = \frac{2}{3} V} t_f = \frac{\alpha \cdot \mu \cdot C \cdot V^2}{A^2 \cdot g_c \cdot \Delta p} * \frac{1}{2} * \frac{4}{9}$$

$$\Rightarrow t_f = \frac{\alpha \cdot \mu \cdot C \cdot V^2}{9 \cdot g_c \cdot A^2} * \frac{2}{\Delta p} \Rightarrow$$

$$t_f = 300 * 800 * \frac{2}{300} = 1400 \text{ Sec}$$

زمان کل فرآیند

$$\left.\begin{aligned} t_1 &= 800 \text{ Sec} \\ t_f &= 1400 \text{ Sec} \end{aligned}\right\} t = t_1 + t_f = 800 + 1400 = 2400$$

صاف کردن بتن کربنات کلسیم موجود در آب تحت فشار ثابت $30\ \frac{lbf}{in^2}$ داده شده در جدول زیر توکید می‌شود: برای این کار از صافی فشاری 6 اینچی با مشخصات $1\ ft^2$ استفاده شده است

$$\mu = 0.982\ C_p = 4.4 * 10^{-4}\ \frac{lb}{ft\ sec} \quad ; \quad P_f = 62.3$$

جزء به جزء مواد جامد در خوراک فشارانده شده 0.139 می‌باشد، تخلخل α، R_m و خصوصیات کل حاصل را برای هریک از آزمایشها محاسبه کنید. دمای عملیات $70.^{\circ}F$ است

افت فشار	$30.\ \frac{lbf}{in^2}$

نسبت جرم عمل رطوبت به عمل خشک $= \frac{m_f}{m_c} = 1.47$

چگالی کل خشک $\rho_c = 72.0$

زمان Sec	جرم صاف شده lb
0	0
46	5
98	10
211	15
361	20
588	25
784	30
1023	35

$$\frac{t}{V} = \frac{k_\rho}{2} V + B \xrightarrow{V = \frac{m}{\rho_F}} \frac{t}{m} = \frac{k_\rho}{2} * \frac{m}{\rho_F^2} + \frac{B}{\rho_F}$$

برای محاسبه تخلخل از ابتدا باید $\frac{t}{m}$ را بر حسب m رسم نمائید بنابراین:

$$\alpha = \frac{2(Slope)\ A^2 \cdot g_c \cdot \Delta P \cdot \rho_F^2}{\mu_c}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{2 * 1^2 * 32.174 * 62.3^2}{4.4 * 10^{-4}} = \frac{(Slope) \cdot \Delta P}{C}$$

$$\alpha = 3.78 * 10^{8}\ \frac{Slope \cdot \Delta P}{C}$$

حجم الـ lb = ۱۰۰ − ۱۲٫۹ = ۸۷٫۱ lb حجم ⇒ $V_{\text{حجم}} = \frac{۸۷٫۱}{۶۲٫۴} = ۱٫۳۸۲\ ft^3$ ⇒

$$C_f = \frac{۱۲٫۹}{۱٫۳۸۲} = ۱۰٫۰۶\ \frac{b}{ft^3}$$

لـ lb: $C' = \frac{C_f}{1 - \left[\frac{M_f}{m_C} - 1\right]\frac{C_f}{\rho_f}} \Rightarrow C = \frac{۱۰٫۰۶}{1 - [۱٫۴۷ - 1] * \frac{۱۰٫۰۶}{۶۲٫۴}} =$

$= ۱۰٫۸۹\ \frac{b\ \text{جامد}}{ft^3\ \text{جزء فارغ}}$

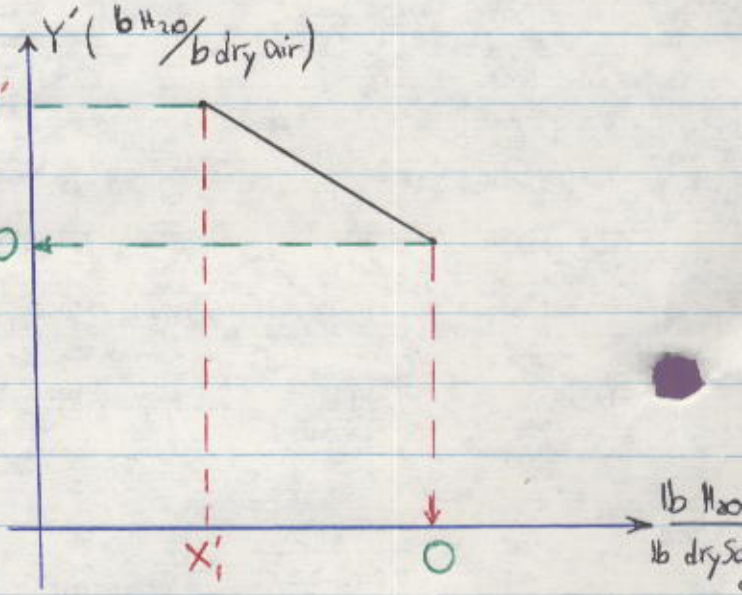
$$R_m = \frac{A \cdot \Delta p \cdot g_c \cdot \rho_f \cdot (\text{intercept})}{\mu} = \frac{۱ * ۳۲٫۱۷۴ * ۶۲٫۴}{۴٫۴ * ۱۰^{-۴}} \Delta p\ (\text{intercept})$$

$= ۳٫۰۳۷ * ۱۰^{۶}\ \Delta$

تعادلات واحد II

یک پوند از ماده جامدی که شامل ۵٪ وزنی آب می‌باشد در یک ظرف بسته با حجم $400\ ft^3$ شامل هوا می‌باشد. فشار جزئی بخار آب در آن $15\ mmHg$ است گزارش می‌شود. شرایط اتمسفر و درجه حرارت $25^\circ C$ است. تعادل‌های بخار آب را در هر دو فاز محاسبه و میزان آب جذب شده توسط فاز جامد را تعیین نمایید. منحنی تعادل بصورت زیر است:

$lb_{H_2O}/100\ lb\ dry\ Solid$	۰	۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۰
P_A (فشار جزئی بخار آب در هوا)	۰	۲,۱۴	۷,۱۳	۱۰,۹	۱۴,۳	۱۶,۷



میزان جامد بدون آب: $S_s' = 0.95 * 1lb = 0.95\ lb$

الف) میزان هوای خشک: $G_s' = 400\ ft^3 * \frac{1}{379\ ft^3} * \frac{273+0}{273+25} * \frac{760-15}{760} * 29 \Rightarrow G_s' = 29.17\ b\ dry\ air$

موازنه جرم: $S_s'(X' - X_1') = G_s'(Y_1' - Y')$ $\rightarrow X_1' = \frac{5}{100-5} = \frac{5}{95}\ \frac{lb_{H_2O}}{lb\ dry\ Solid}$

$\rightarrow Y' = -\frac{S_s'}{G_s'}X' + \frac{S_s'}{G_s'}X_1' + Y_1'$ $\qquad Y_1' = -\frac{15}{760-15} * \frac{11}{29} = 0.012\ \frac{lb_{H_2O}}{b\ dry\ air}$

عملیات واحد II

یک خوردکن معین جهت خوردکردن سنگهای حفره‌ای بکار می‌رود. قطر متوسط حجم سطح سنگ حفره‌ای و محصول ماشین بترتیب ۰٫۷۵ و ۰٫۲ اینچ است. توان لازم برای خوردکردن $12\ \frac{ton}{hr}$ خوراک ورودی $9{,}3\ hp$ است. اگر ظرفیت را به $10\ \frac{ton}{hr}$ کاهش دهیم و بخواهیم قطر متوسط حجم سطح به ۰٫۱۵ اینچ برسد توان مورد نیاز چقدر خواهد شد.

$$\frac{P}{\dot{m}} = k_1\left(\frac{1}{D_{Pb}} - \frac{1}{D_{Pa}}\right) \rightarrow \frac{P_1/\dot{m}_1}{P_2/\dot{m}_2} = \frac{\frac{1}{D_{Pb_1}} - \frac{1}{D_{Pa_1}}}{\frac{1}{D_{Pb_2}} - \frac{1}{D_{Pa_2}}}$$

$$\rightarrow \frac{\frac{9{,}3}{12}}{\frac{P}{10}} = \frac{\frac{1}{0{,}2} - \frac{1}{0{,}75}}{\frac{1}{0{,}15} - \frac{1}{0{,}75}} \Rightarrow P = 11{,}252$$

عملیات واحد ۱۱

توان لازم برای خردکردن $100\ \frac{ton}{hr}$ سنگ آهک هماتیت به طوری که ۸۰٪ مواد عبوری از غربال ۲ mm و ۸۰٪ محصول از غربال ۱۲۵ μm عبور کند.

$\dot{m} = 100\ \frac{ton}{hr}$

انرژی مصرفی برای سنگ آهک: W_i

انرژی مصرفی $W_i = 12,74$

$D_{P_b} = \%125_{im} * 2,54 = 3,175\ mm$

$D_{P_a} = 2 * 25,4 = 50,8\ mm$

$$\Rightarrow P = 100 * \%80 * 12,74 \left(\frac{1}{\sqrt{3,175}} - \frac{1}{\sqrt{50,8}} \right)$$

$$P = 149,4\ kw$$

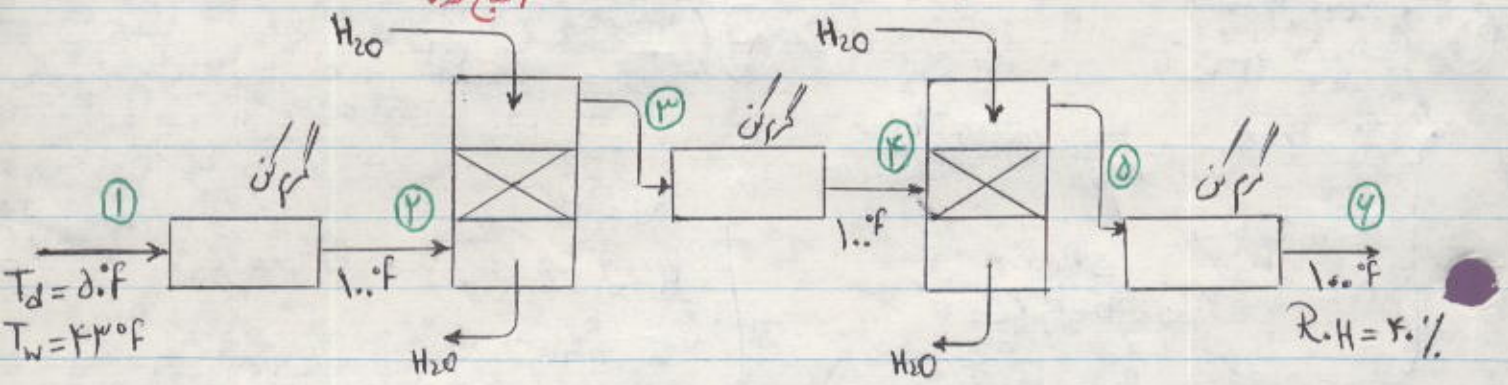
عملیات واحد II

از هوایی با دمای خشک $50^{\circ}f$ و دمای مرطوب $43^{\circ}f$ می‌خواهیم هوای دیگری با دمای $100^{\circ}f$ و رطوبت نسبی ۴۰٪ تهیه کنیم. سیستمی مرکب از تعدادی گرم کن و برج مرطوب‌کننده جهت انجام عملیات طراحی شده است (شکل زیر) دبی هوای ورودی $25000 \frac{ft^3}{hr}$ است. مطلوبست:

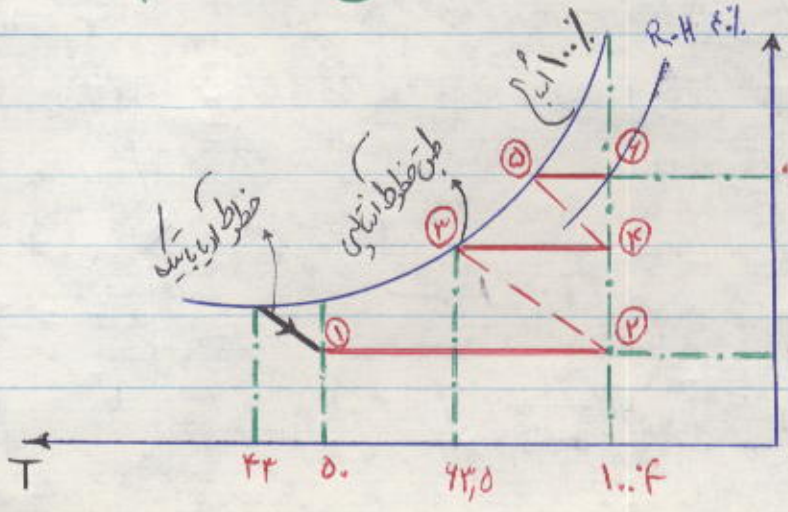
الف: ترسیم فرایند مربوطه بر روی نمودار رطوبت سنجی

ب) خصوصیات هوای ورودی و خروجی از هر دستگاه

ج) ظرفیت (حرارتی) گرم کن‌ها د) مقدار آب لازم در مرطوب‌کننده‌ها



(مبحث نیم خیس در برجی که دو دما نیز وجود دارد مربوط به همین مثال و تمرین آن است)



از ⑤ تا ④ چون نقطه مطلوب کشیده است از $R_H = 1\%$ و سپس تقطیر ④ به سمت پایین

ابتدا رسم کنیم تا نقطه‌ای (۴) به دست آید سپس موازی خطوط آدیابتیک به نقطه ① برسیم

واحدها حتماً نوشته شود

ب)

① $T_d = 50^\circ F$

$T_w = 43^\circ F$

$Y' = \frac{P_A}{P_t - P_A} \cdot \frac{m_A}{m_B} = \%0.43 \frac{lb_{H_2O}}{lb\ dry\ air}$

$R.H = 54\%$

$H' = 14,43 \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$

$V_H = 11,95 \frac{ft^3}{lb\ dry\ air}$

② $T = 100^\circ F$

$T_w = 49,5^\circ F$

$Y' = \%0.43 \frac{lb_{H_2O}}{lb\ dry\ air}$

$R.H = 10\%$

$H' = 28,74 \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$

$V_H = 14,4 \frac{ft^3}{lb\ dry\ air}$

③ $T_d = 49,5^\circ F$

$T_w = 49,5^\circ F$

$Y' = \frac{P_A}{P_t - P_A} \cdot \frac{m_A}{m_B} = \%0.127 \frac{lb_{H_2O}}{lb\ dry\ air}$

$R.H = 100\%$

$H' = 28,74 \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$

$V_H = 13,65 \frac{ft^3}{lb\ dry\ air}$

④ $T = 100^\circ F$

$T_w = 74,5^\circ F$

$Y' = \%0.127$

$R_H = 31\%$

$H' = 28,1$

$V_H = 14,4$

⑤ $T_d = 83^\circ F$

T_w ندارد

$Y' = \%0.17$

$R.H = 70\%$

$H' = 28,1$

$V_H = 14,05 \frac{ft^3}{lb\ dry\ air}$

⑥ $T = 100^\circ F$

T_w ندارد

$Y' = \%0.17$

$R.H = 6\%$

$H' = 62,44$

$V_H = 16,4$

مبانی بر اساس هوای خشک

① نقطه ۱ : $\frac{۲۵۰۰۰ \frac{ft^3}{hr}}{۱۲٫۹۵ \frac{ft^3}{lb\ dry\ air}} = ۱۹۳۰٫۵ \frac{lb\ dry\ air}{hr}$

$$\begin{cases} \phi^{\circ}_{۱\to۲} = ۱۹۳۰٫۵ \frac{lb\ dry\ air}{hr} (۲۸٫۷۶ - ۱۴٫۴۳) = ۲۲۳۷۶٫۳۵ \frac{Btu}{hr} \\ m_{۲\to۳} = ۱۹۳۰٫۵ (٪۱۲۷ - ٪۶۳) = ۱۴٫۵۱ \frac{lb\ H_2O}{hr} \end{cases}$$

آشپزی

$\Longrightarrow$ مقدار mack up

$$\begin{cases} \phi^{\circ}_{۳\to۴} = ۱۹۳۰٫۵ (۲۸٫۱ - ۲۸٫۷۶) = ۱۷۵۹۷٫۶۵ \frac{Btu}{hr} \\ \dot{m}_{۴\to۵} = ۱۹۳۰٫۵ (٪۱۲ - ٪۱۲۷) = ۸٫۳۰ \frac{lb\ H_2O}{hr} \end{cases}$$

$$\phi^{\circ}_{۵\to۶} = ۱۹۳۰٫۵ (۴۲٫۴۴ - ۲۸٫۱) = ۸۸۰۳٫۰۸ \frac{Btu}{hr}$$

عملیات واحد II

دو نوع هوا موجود است اولی در شرایط $140^\circ f$ خشک، $85^\circ f$ مرطوب و دومی در شرایط $70^\circ f$ خشک و رطوبت نسبی ۵۰٪ است. مقدار $2000 \frac{ft^3}{hr}$ از هوای اول و $3500 \frac{ft^3}{hr}$ از هوای دوم بطور آدیاباتیک مخلوط می‌شوند. شرایط هوای نهایی را محاسبه کنید

① $T_d = 140^\circ f$, $T_w = 85^\circ f$, $2000 \frac{ft^3}{hr}$, $V_H = 13,25 \frac{ft^3}{lb\ dry\ air}$ ← از روی نمودار

② $T_d = 70^\circ f$, $R.H = 50\%$, $3500 \frac{ft^3}{hr}$, $V_H = 13,5 \frac{ft^3}{lb\ dry\ air}$

$\Delta H = 0$

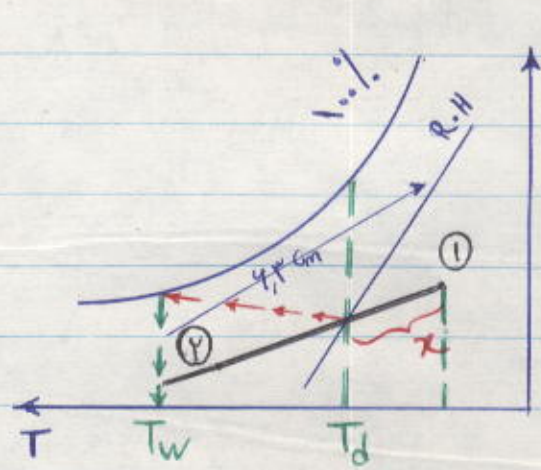
آدیاباتیک $55.. \frac{ft^3}{hr}$

$\frac{2000}{13,25} = 151,9 \frac{lb\ dry\ air}{hr}$

$\frac{3500}{13,5} = 259 \frac{lb\ dry\ air}{hr}$

x: درصد جرمی کانتوری

نقطه ① و ② را در نمودار پیدا می‌کنیم و فاصله آنها را با خط‌کش اندازه‌گیری می‌کنیم. نقطه مخلوط را می‌خواهیم بدست آوریم از راه زیر حساب می‌کنیم



فاصله ① تا هوا ۱۲ سانتی‌متر

فاصله ① تا ② ۴,۳ سانتی‌متر

$\frac{x}{4,3} = \frac{259}{259 + 151,9} \rightarrow x = 1,66\ Cm$

$\rightarrow \begin{cases} T_d = 92^\circ f \\ T_w = 70^\circ f \\ Y' = 0.011 \\ R.H = 36\% \end{cases}$

عملیات واحد II

۱- مخلوطی از هوا و بخار آب در دمای ۵۰°C و فشار 1 atm موجود است. فشار جزئی بخار آب در مخلوط $P_A = ۲۰ mmHg$ است. طبیعت خصوصیات این مخلوط را بیابید و گزارش دهید.

$T = ۵۰°C \quad P_A = ۲۰ mmHg \rightarrow Y'_R = \frac{۲۰}{۷۶۰} * ۱۰۰ = ۲٫۶ \%$

$P_A^{sat} = ۲۸۰ mmHg$

$Y' = \frac{P_A}{P_t - P_A} \cdot \frac{m_A}{m_B} =$

$V_H =$ حجمی

$Hg =$ .....

عبارت واحد II

طبق اعلام اداره هواشناسی دمای امروز $96^{\circ}F$ و رطوبت نسبی آن ٪۴۲ و فشار هوا $29,97 inHg$ است. در هر فوت مکعب از این هوا چند پوند آب وجود دارد:

$$T = 96^{\circ}F \rightarrow P_A^{sat} = 1,41\ inHg \qquad P_t = 29,97\ inHg$$

$$Y'_R = \%42 = \frac{P_A}{P_A^*} = \frac{P_A}{1,41} \rightarrow P_A = 1,49\ inHg$$

$V = 1\ ft^3$

$m_{H_2O} = ?$

$$P_A V_t = n_A \cdot RT \rightarrow P_{water} \cdot V_t = n_w \cdot RT$$

$$m_w = \frac{P_w \cdot V_t}{RT} M_w$$

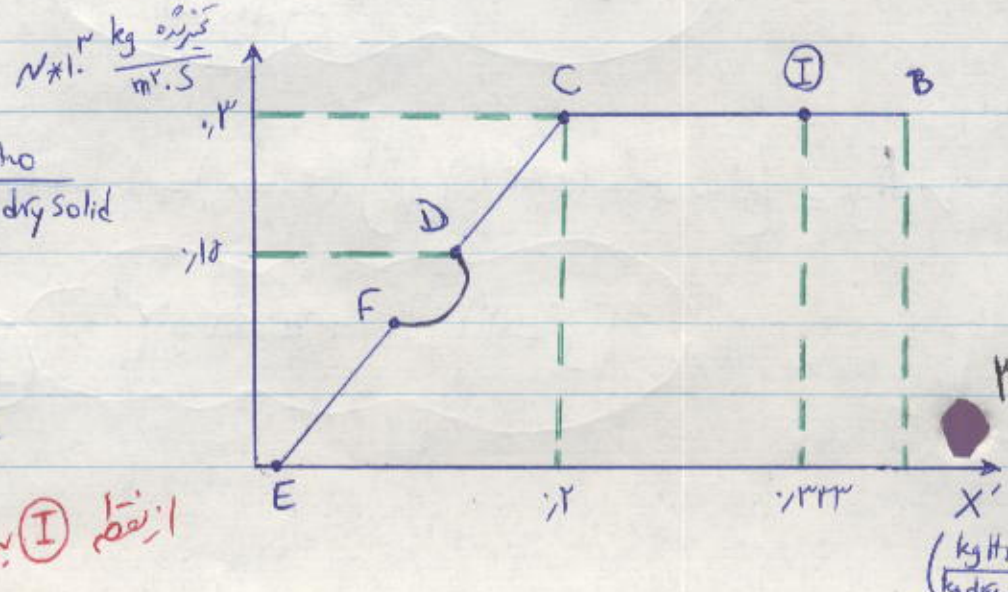
عملیات واحد II

در یک آزمایش مقدار رطوبت در جسم جامد مرطوبی در شرایطی که منجر خشک کردن آن تا رسیده از ۲۵٪ به ۶٪ کاهش یابد. وزن اولیه جامد مرطوب ۱۶۰ kg و سطح خشک شونده آن معادل $1 \frac{m^2}{40 kg\ dry\ Solid}$ باشد

الف) زمان لازم جهت خشک کردن را محاسبه نمائید

ب) هوایی که برای انتقال بخار به درون هوای خشک $90^\circ f$ و دمای مرطوب $45^\circ f$ است و می‌تواند بطور متوسط ۱۰٪ به رطوبت خود در مرتع عبور از روی جامد بیافزاید، میزان هوای مورد نیاز را محاسبه نمائید

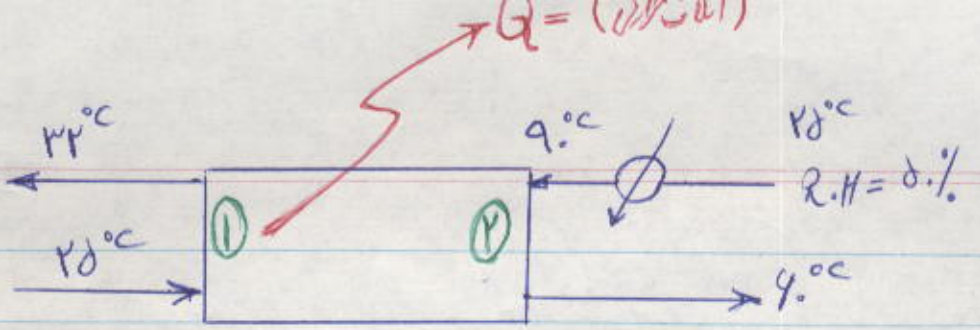
X'	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۷
$N_{10^{-3}}$	۰/۳	۰/۲۴۴	۰/۲۳۹	۰/۲۰۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۴۳
$y_{*10^{-3}}$	۳,۳۳	۲,۷۶	۴,۱۸	۴,۲	۵,۵۵	۹,۶۷	۱۰,۳	۱۴,۳	۲۳,۴



در رطوبت ۲۵٪: $X_1' = \frac{۰/۲۵}{۱-۰/۲۵} = ۰/۳۳۳ \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ Solid}$

در رطوبت ۶٪: $X_2' = ۰/۰۶۴ \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ Solid}$

از نقطه I به بعد مرحله دوم تبخیر



$$X_1' = \frac{\%۲۵}{۱-\%۲۵} = \%۲۳ \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ Solid} \quad ; \quad X_2' = \frac{\%۲}{۱-\%۲} = \%۲ \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ Solid}$$

$$S_S' = ۹۴۰(۱-\%۲) = ۹۲۱,۲ \frac{kg\ Solid}{hr}$$

$$\text{سرعت خشک کردن} = ۹۲۱,۲(\%۲۳۲-\%۲) = ۲۰,۸۱ \frac{kg\ H_2O}{hr}$$

هوای ورودی $\begin{cases} T = ۲۵°C \\ R.H = ۵۰\% \end{cases} \xrightarrow[\text{کمک}]{\text{نمودار}}$ رطوبت مطلق هوای ورودی $Y_2' = \%۱ \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ Solid}$

مبنا $T_0 = ۰°C \quad T_{g_2} = ۹۰°C \quad \lambda_0 = ۱۰۷۵,۸ \frac{Btu}{lb} = ۲۵۰۲,۲ \frac{kj}{kg}$

$$C_S = \%۲۴ + \%۴۲ Y' \left(\frac{Btu}{lb\ dry\ air\ ^\circ F}\right) = ۱۰۰۵ + ۱۸۸۴ Y' \left(\frac{J}{kg\ dry\ air\ ^\circ F}\right)$$

$$H_{g_2}' = \left[۱۰۰۵ + ۱۸۸۴(\%۱)\right](۹۰-۰) + ۲۵۰۲۳۰۰(\%۱) \Longrightarrow$$

$$H'g_2 = ۱۱۷۲۰۰ \frac{J}{kg\ dry\ air}$$

آسیاب‌کن خروجی $H_{g_1}' = \left[۱۰۰۵ + ۱۸۸۴(Y_1')\right](۳۰-۰) + ۲۵۰۲۳۰۰ Y_1' \Longrightarrow$

$$H_{g_1}' = ۳۲۱۹۰ + ۲۵۰۴۲ \cdot Y_1' \quad (I)$$

جامد: $C_{p_s} = 1507 \frac{J}{kg\,k}$

آب: $C_{p_{H_2O,l}} = 4181 \frac{J}{kg\,k}$

$T_0 = 0$

$\Delta H_A = 0$ (adsorption)

$T_{s_1} = 25^\circ C$, $T_{s_2} = 40^\circ C$

$$H'_{s_2} = 1507\,(40-0) + 0.02\,(4181)(40-0) = 9922 \frac{J}{kg\ dry\ Solid}$$

(C_{p_s} T_{s_2} X'_2)

$$H'_{s_1} = 1507\,(25-0) + 0.0243\,(4181)(25-0) = 4167 \frac{J}{kg\ dry\ Solid}$$

$$\Delta T = \frac{(90-25)+(32-25)}{2} = 39^\circ C \quad \text{(میانگین حسابی)}$$

$$\overline{\Delta T}_{ln} = \frac{(90-25)-(32-25)}{\ln \frac{90-25}{32-25}} = 34.3^\circ C$$

سطح جانبی ستون $= \pi L D = \pi * 1.2 * 4.7 = 25.3\ m^2$

آنتالپی حرارتی بخار $Q = 12\,(3400)(25.3)(34) = 3934400 \frac{J}{hr}$

(h_g ضریب انتقال A ΔT)

II موازنه رطوبت: $198.2\,(0.034 - 0.002) = G'_s\,(Y'_1 - 0.01)$

III موازنه انرژی: $198.2\,(41.67) + G'_s\,(111200) = 198\,(9.922) + G'_s\,(H'_{g_1}) + 3934400$

(Q)

از حل همزمان معادلات $\begin{cases} G_s' = 2482 \ \frac{kg\ dry\ air}{hr} \\ Y_1' = \%.218 \ \frac{kg\ H_2O}{kg\ dry\ air} \end{cases}$

$\Rightarrow H'_{g_1} = 2214. + 25.42.. (\%.218) = \checkmark$

هوای تازه : $\begin{cases} T = 25 \\ R.H = 5.\% \end{cases}$ $\xrightarrow{\text{از سطح هوا}}$ $H_g' = 4 \ \frac{kj}{kg\ dry\ air}$

بار حرارتی هیتر $= 2482 (11V.. - 54...) = 14614. \ \frac{kj}{hr}$

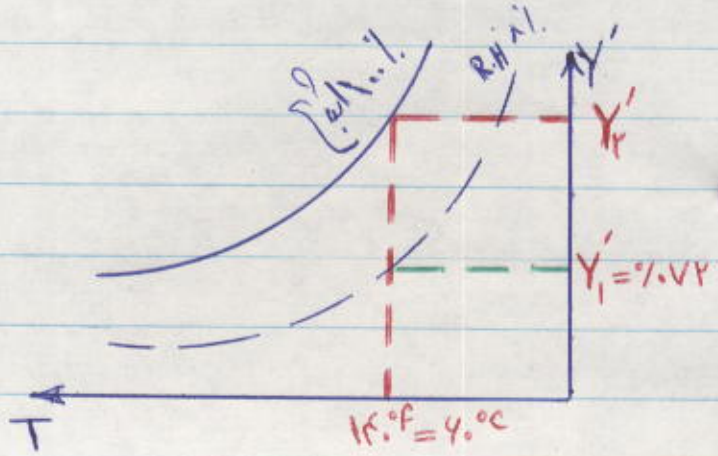
عملیات واحد II

حجمی از هوا به مقدار $1000\ ft^3$ در شرایط یک اتمسفر و $60^\circ C$ موجود است. فشار جزئی بخار آب در این هوا $12\ mmHg$ است. چقدر آب می‌توانیم در این هوا بصورت بخار وارد کنیم، در صورتیکه دمای آن تغییری نکند.

$$P_A = 12\ mmHg$$

$$P_A^{sat} = 149\ mmHg$$

$$R.H = \frac{12}{149} * 100 = 8\%$$



$$Y'_2 = \frac{m_A}{m_B} \cdot \frac{P_A^{sat}}{P_t - P_A^{sat}} = \frac{149}{710 - 149} \cdot \frac{18}{29} = \checkmark$$

مقدار بخار آب اضافه شده به هوا = (مقدار هوای خشک $= \frac{1000\ ft^3}{V_H}$)$(Y'_2 - Y'_1) = \checkmark$

عملیات واحد II

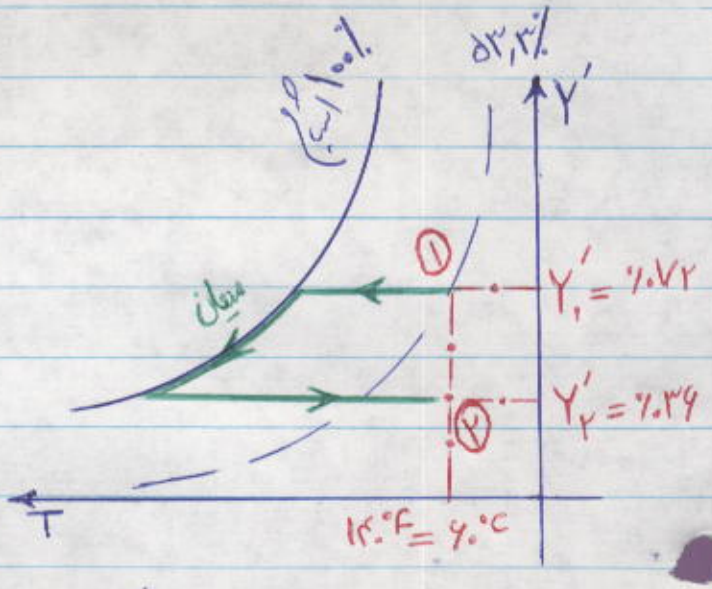
مخلوطی از هوا با مقدار $10,000\ ft^3$ در شرایط $1\ atm$ و $60^{\circ}C$ موجود است که رطوبتی از بخار آب در این هوا $80\ mmHg$ است با سرمایش بخشی از بخار آب موجود در هوا از آن گرفته (میعان نموده) و شرایط را دوباره به یک اتمسفر و $60^{\circ}C$ می رسانیم مطلوبست :

الف) ترسیم مسیر فرایند روی نمودار

ب) ظرفیت سیستم میعان بر حسب تن

$P_A = 80\ mmHg$

$P_A^{sat} \xrightarrow[\text{دمای بخار}]{\text{آب}} 149\ mmHg$



$$R.H = \frac{P_A}{P_A^{sat}} = \frac{80}{149} = 53.3\% \longrightarrow Y'_1 = \%72$$

ظرفیت سیستم میعان

$$\frac{1000}{U_H} * (H_1 - H_2) =$$

عملیات واحد ۱۱

در یک برج خنک کننده میزان تغییر آنتالپی $۳۶ \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$ است. درصورتیکه نیروی محرکه بالای برج $۱۴ \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$ باشد و پایین برج $۱۲ \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$ ارتفاع را برای یک واحد انتقال کلی و ارتفاع واحد انتقال کلی را $۱۰ ft$ بیابید. ارتفاع برج چند فوت است

$$\Delta H = H'_2 - H'_1 = ۳۶ \ \frac{Btu}{lb\ dry\ air}$$

$$h_{ga} = C_{te} \rightarrow NTU = \frac{H'_2 - H'_1}{(H'_i - H')_{ave}}$$

$$(H'_i - H')_{ave} = \frac{(H'_i - H')_1 + (H'_i - H')_2}{۲} = \frac{۱۴ + ۱۲}{۲} = ۱۳$$

$$NTU = \frac{۳۶}{۱۳} = ۲,۷۷$$

$$Z = NTU \cdot HTU = ۲,۷۷ * ۱۰ = ۲۷,۷ \ ft$$

عملیات واحد II

یک نوع صخره (trap) توسط یک خردکن دهار خردی شود. خوراک تقریباً شکل کره ۲ in می‌باشد. نتیجه آزمایش محصول در جدول زیر می‌باشد. در سوک شماره یک جدول زیر، انرژی لازم مطلق را بر حسب hp برای هر ton ۱۲۸ خوراک است. اگر خردکن خالی بچرخد ۱۵ hp انرژی مورد نیاز است. برای کامل سطح مقطع خردکن. محصول دیگری که جزئیه آزمایش آن در سوک شماره دو جدول نوشته شده بدست آمده است.

الف) با استفاده از قانون ریتینگر، انرژی لازم برای حالت دوم را محاسبه کنید

ب) با استفاده از قانون با نسبت خردایی لازم را در هریک از حالات مسئله برای یک تن از خوراک جامد محاسبه کنید

Mesh	Product	
	Test 1	Test 2
۴/۶	۳,۱	-
۶/۸	۱۰,۳	۳,۳
۸/۱۰	۲۰	۸,۲
۱۰/۱۴	۱۸,۶	۱۱,۲
۱۴/۲۰	۱۵,۲	۱۲,۳
۲۰/۲۸	۱۲	۱۳
۲۸/۳۵	۹,۵	۱۹,۵
۳۵/۴۸	۶,۵	۱۳,۵
۴۸/۶۵	۴,۳	۸,۵
۶۵ - کف	۰,۵	-
۶۵/۱۰۰	-	۶,۲
۱۰۰/۱۵۰	-	۴
-۱۵۰	-	۰,۳

۵۷۵-۱۵

$$\frac{P}{m^\circ} = k_2 \left(\frac{1}{D_{vsb}} - \frac{1}{D_{vsa}} \right) \quad (\star)$$

$D_{vsa} \rightarrow 2'' = 50.8\ mm$

$\frac{D_p(mesh\ 45)}{2}$ بصورت تقریبی Pan چون اینجا نمی‌توان را می‌خواهیم حساب کنیم یکی از قطر ذرات روی

می‌گذاریم ولی اگر بخواهیم سطح را حساب کنیم باید مثل مساله قبل عمل کنیم

Mesh	$D_n = \frac{D_{p_n} + D_{p_{n-1}}}{2}$
4/4	$\frac{D(mesh\ 4) + D(mesh\ 4)}{2} = 4.013$
4/8	2,84
8/10	2,002
10/14	1,409
14/20	1,001
20/28	%711
28/35	%503
35/48	%354
48/65	%254
-65	$\frac{D_p(mesh\ 65)}{2} = \%104$

$$A_w = \frac{4}{\rho_p} \sum \frac{\Delta x_n}{D_p} \Rightarrow \text{حساب می‌کنیم} \Rightarrow \bar{D}_{vsb} = \frac{4}{A_w \rho_p} \Rightarrow \bar{D}_{vsb} = \checkmark$$

در رابطه‌ی (★) ← تعیین k_2 ← همیشه مقدار ثابت

همین عملیات را برای آزمایش دوم انجام داده خواهیم داشت:

$$\begin{cases} \bar{D}_{Vsb} = \%۸۴۲ \text{ mm} \\ k_۲ \ (\text{مال‌نعدد قبلی}) \end{cases} \Rightarrow P = ۱,۰۹ * \%۷۴۶ + ۱۵ \ hp$$

$$\frac{P}{\dot{m}} = \%۳۱۴۲ \, W_i \left(\frac{1}{\sqrt{D_{Pb}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{Pa}}} \right)$$

P → kw

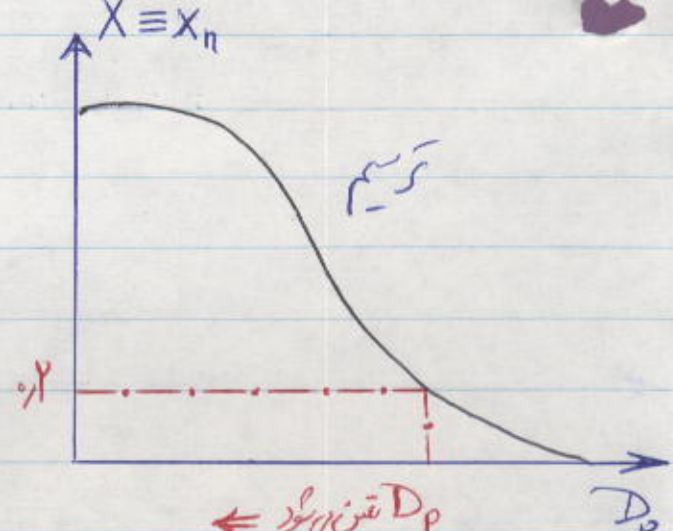
$\dot{m}$ → $\frac{ton}{hr}$

$t_{rap} \rightarrow W_i = ۱۹,۳۲$

مطلوب است که ۸۰٪ خوراک اولیه از آن عبور کند.

مطلوب است که ۸۰٪ خوراک محصول از آن عبور کند.

Mesh	ΔX_n (test I)	$X_n = \sum \Delta X_n$
۴/۶	۳,۱	۳,۱
۶/۸	۱۰,۳	۱۰,۳ + ۳,۱ = ۱۳,۴
۸/۱۰	۲۰	۱۰,۳ + ۳,۱ + ۲۰ = ۳۳,۴
⋮	⋮	
	۱۰۰	



$$P_{Bond} = ۴,۴۵ \frac{hp}{ton} \Rightarrow P = \frac{۵۷۵}{۱۲۵} = ۴,۶ \frac{hp}{ton}$$

→ تقریباً برابر

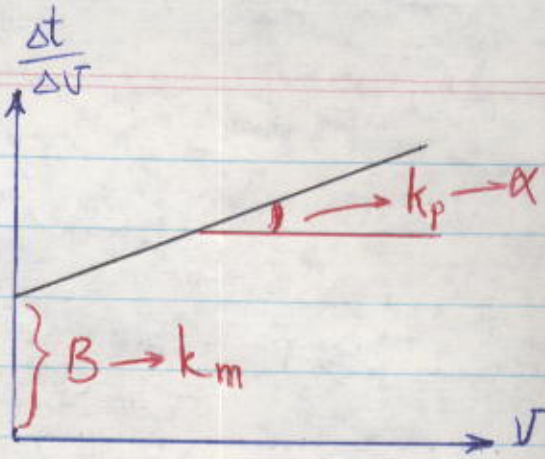
عملیات واحد II

جدول زیر نتایج عملیات فیلتراسیون در فشار ثابت روی یک خط کربنات طبیعی در آب است. سطح صافی $44.\ Cm^2$ و جرم جامد در واحد حجم کیک تصفیه شده $23,5\ \frac{gr}{lit}$ بوده است. مقدار α و R_m را به صورت تابعی از افت فشار محاسبه کنید. و یک مقاله تجربی برای نتایج مربوط به α پیدا کنید.

$V_{(lit)}$	$\Delta P = 4,7\ Psi$	$\Delta P = 14,2\ Psi$	$\Delta P = 28,2\ Psi$	$\Delta P = 34,3\ Psi$	$\Delta P = 49,1\ Psi$
	$t\ (sec)$	$t\ (sec)$	$t\ (sec)$	$t\ (sec)$	$t\ (sec)$
۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰,۵	۱۷,۳	۶,۸	۴,۳	۵	۴,۴
۱	۴۱	۱۹	۱۴	۱۱,۵	۹,۵
۱,۵	۷۲	۳۴,۶	۲۶,۲	۱۹,۸	۱۶,۳
۲	۱۰۸,۳	۵۳,۴	۳۷	۳۰,۱	۲۴,۶
۲,۵	۱۵۲,۱	۷۶	۵۱,۷	۴۲,۵	۳۴,۷
۳	۲۰۱,۷	۱۰۲	۶۹	۵۶,۸	۴۶,۱
۳,۵	—	۱۳۱,۲	۸۸,۸	۷۳	۵۹
۴		۱۶۳	۱۱۰	۹۱,۲	۷۳,۶
۴,۵			۱۳۴	۱۱۱	۸۹,۴
۵			۱۶۰	۱۳۳	۱۰۷,۳
۵,۵				۱۵۶,۸	
۶				۱۸۲,۵	

$$C = 23,5\ \frac{gr}{lit}\ ;\ A = 44.\ Cm^2\ ;\ \Delta P = Psi\ \left(\frac{lb}{in^2}\right)$$

این آزمایش را طرف در ۵ مرحله و هر بار با یک فشار خاص ولی همگی در فشار ثابت انجام داده است



$\Delta P = 4,7\ Psi$

V (lit)	t (sec)	Δt	ΔV	Δt/ΔV	$\bar{V} = V$
۰	۰	۱۷,۴ − ۰ = ۱۷,۴	۰٫۵ − ۰ = ۰٫۵	۱۷,۴ / ۰٫۵ = ۳۴,۸	(۰ + ۰٫۵)/۲ = ۰٫۲۵
۰٫۵	۱۷,۴		۰٫۵	۲۶/۱۰ = ۴۸	(۰٫۵ + ۱)/۲ = ۰٫۷۵
۱	۴۱,۳	۴۱,۳ − ۱۷,۴ = ۲۴		۹۱,۴	۱,۵۵
۱,۵	۴۱,۳		۰٫۵	۷۲,۴	۱,۷۵
۲	۷۲	۳۰,۷	۰٫۵	۸۸,۴	۲,۲۵
۲,۵	۱۰۸,۳		۰٫۵	۹۹,۲	۲,۷۵
۳	۱۵۲,۱	۳۶,۳			
۳,۵	۲۰۱,۷	۴۳,۸	۰٫۵		
۴		۴۹,۴			
۴,۵					
۵,۰					
۵,۵					
۶					

$\rightarrow \left(\frac{\Delta t}{\Delta V}\right) V.S\ (V) \Rightarrow$

$\alpha = 1,46 * 10^{11}\ \frac{ft}{lb}$

$R_m = 1,99 * 10^{10}\ \frac{1}{ft}$

R_m و α ... پنج اتاق برای هر ضربه ΔP در این محاسبات را بدین

برازش مدل از ΔP ها حساب کنیم

ΔP (psi)	$R_m * 10^{-10}$	$\alpha * 10^{-11}$
۹,۷	۱,۹۹	۱,۴۵
۱۴,۲	۲,۳۳	۲,۱۵
۲۸,۲	۲,۵	۲,۵۰
۳۴,۳	۲,۴۵	۲,۶۷
۴۹,۱	۲,۱۲	۳,۰۰

$$\alpha = \alpha_0 (\Delta P)^S \Rightarrow \log\alpha = \log\alpha_0 + S \log\Delta P \Rightarrow$$

$$(\log\alpha)\ V.S\ (\log\Delta P) \Rightarrow \begin{cases} \alpha_0 = \\ S = \end{cases}$$

پس α_0 و S را حساب کنیم

عملیات واحد ۱۱

یک محلول آبی مقدار ماده رنگی دارد که به یک جذب سطحی روی کربن رنگ بر جذب می‌کرد. با اندازه‌گیری میزان رنگ در محلول در حالت تعادل در دمای ثابتی بدست آمده است

پوند کربن / پوند محلول	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۲	۰/۰۴
واحد رنگ تعادلی / پوند محلول	۹,۶	۸,۶	۶,۳	۴,۳	۱,۷	۰/۷

۷'

میزان رنگ در محلول برحسب واحد بیان شده است که البته متناسب با غلظت مواد رنگین در محلول نیز است. میزان رنگ در محلول اولیه ۹,۶ واحد بازای هر پوند محلول است. می‌خواهیم غلظت رنگ در محلول را به ۱۰٪ مقدار اولیه برسانیم اگر عمل جذب سطحی:

الف) در یک مرحله تعادلی صورت گیرد.

ب) در یک مجموعه دو مرحله‌ای متقاطع به شرطی که مقدار کل جاذب مصرفی حداقل باشد صورت گیرد.

ج) در یک مجموعه دو مرحله‌ای متقابل صورت گیرد

مقدار جاذب مورد نیاز را بازای ۱۰۰۰ پوند از محلول اولیه پیدا نمائید

کربن lb / محلول lb	واحد وزن تعادلی (Y') محلول lb	X'	log Y'	log X'
۰	۹,۴	۰	۰	۰
٪۰.۱	۸,۴	$\frac{۹,۴-۸,۴}{٪۰.۱}=۱۰۰۰$	۰٫۹۸۲	۳
٪۰.۴	۶,۳	$\frac{۹,۴-۶,۳}{٪۰.۴}=۷۲۵$	۰٫۹۳۴	۲,۹۱۶
٪۰.۸	۴,۳	۴۴۳	۰٫۷۴۳	۲,۵۹۶
٪۰.۲	۱,۷	۳۹۵	٪۲۳	۲,۳۶۸
٪۰.۴	۰٫۷	۲۲۰	-٪۱۵	

$$X'=\frac{\text{وزن عنصر جذب شده}}{\text{وزن جاذب}}$$

$$Y'=\frac{\text{وزن عنصر حل شده}}{\text{وزن حلال}}$$

۹,۴ | ۸,۴ | ۶,۳ | ۴,۳ | ۱,۷ | ۰,۷

$$Y'=mX'^{n} \Rightarrow \log Y'=\log m+n\log X' \xrightarrow[\text{fitting}]{\text{Curve}}$$

$$\begin{cases}\text{Slope}=n=1,44\\ m=\dfrac{Y'}{X'^{n}}=\dfrac{۴,۳}{(۴۴۳)^{1,44}}\end{cases} \Rightarrow Y'=۸,۹۱*۱۰^{-۵}\,X^{-(1,44)}$$

حل ترسیمی:

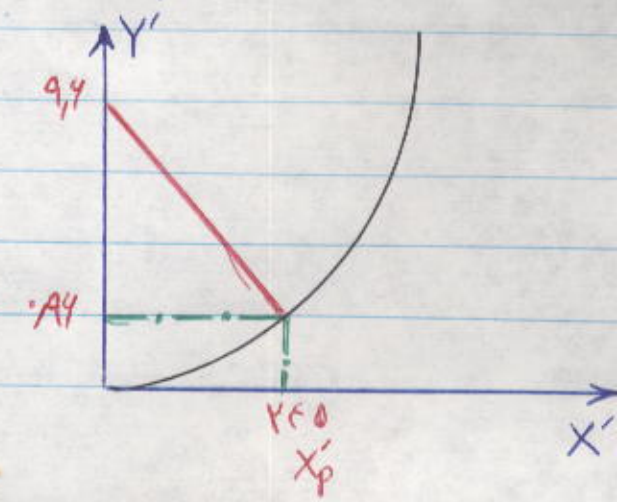
میزان رنگ اولیه: $Y'_0=9,4$ واحد

میزان رنگ نهایی: $Y'_e=٪۱Y'_0=٪۹۴$ واحد

$$\text{Slope}=\frac{۰۸۴-۹,۴}{۲۴۵-۰}=\frac{-۸,۴۲}{۲۴۵}=-٪۳۵۲$$

$$\frac{-S'_s}{L'_s}=-٪۳۵۲ \Rightarrow S'_s=۳۵,۲۱\,lb$$

$L'_s=۱۰۰۰$



روش کاسبانی

$$\begin{cases} \frac{S'_S}{L'_S} = \frac{Y'_0 - Y'}{\left(\frac{Y'_1}{m}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{9,4 - 0,94}{\left(\frac{0,94}{1,91 * 10^{-5}}\right)^{\frac{1}{1,44}}} \Rightarrow S'_S = 3,21\ lb \\ X'_0 = 0 \end{cases}$$

ب) روش کاسبانی:

$$\left(S'_{S_1} + S'_{S_2}\right)_{min}$$

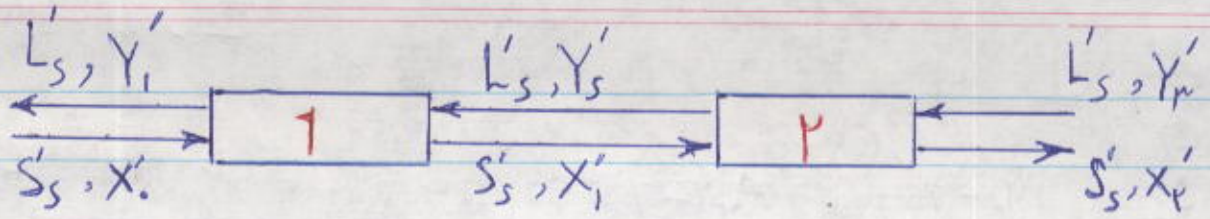
$$\rightarrow \begin{cases} \frac{Y'_2}{Y'_0} = \frac{\%1\, Y'_0}{Y'_0} = \%1 \\ n = 1,44 \end{cases} \left.\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}\right\} \text{شکل} \Rightarrow \frac{Y'_1}{Y'_0} = \%35 \Rightarrow Y'_1 = \%35 * 9,4 = 3,34$$

غلظت در جریان میانی

$$\frac{S'_{S_1}}{L'_S} = \frac{Y'_0 - Y'_1}{\left(\frac{Y'_1}{m}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{9,4 - 3,34}{\left(\frac{3,34}{1,91 * 10^{-5}}\right)^{\frac{1}{1,44}}} \Rightarrow S'_{S_1} = 11\ lb$$

$$\frac{S'_{S_2}}{L'_S} = \frac{Y'_1 - Y'_2}{\left(\frac{Y'_2}{m}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{3,34 - 0,94}{\left(\frac{0,94}{1,95 * 10^{-5}}\right)^{\frac{1}{1,44}}} = \%0.\hat{N}7 \Rightarrow S'_{S_2} = 8,7\ lb$$

$$\rightarrow \left(S'_{S_1} + S'_{S_2}\right)_{min} = 8,7\ lb$$



$$\frac{-Y'_1 + Y'_2}{\left(\frac{Y'_2}{m}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{S'_s}{L'_s} \quad (I)$$

$\Rightarrow$

$$\frac{Y'_1 - Y'_2}{\left(\frac{Y'_2}{m}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{S'_s}{L'_s} \quad (II)$$

$$\Rightarrow \left(\frac{Y'_2}{Y'_1}\right) - 1 = \left(\frac{Y'_2}{Y'_1}\right)^{\frac{1}{n}} \left(\frac{Y'_2}{Y'_1} - 1\right) \Rightarrow Y'_2 = 4{,}65 \text{ lb}$$

$$(I) \Rightarrow \frac{9{,}4 - 0{,}94}{\left(\frac{4{,}65}{8{,}03 * 10^{-7}}\right)^{\frac{1}{1{,}87}}} = \frac{S'_s}{1000} \Rightarrow S'_s = 13{,}72$$

$$(II) \Rightarrow \frac{4{,}65 - 0{,}94}{\left(\frac{0{,}94}{8{,}05 * 10^{-7}}\right)^{\frac{1}{1{,}87}}} = \frac{S'_s}{1000}$$

عملیات واحد II

یک تست آزمایشگاهی بر روی نمونه‌ای از صفحه جامد با سطح $1\,m^2$ و ۱ انجام شده است. نمونه بعد از توزین شده و کناره‌های آن نیز عایق بندی شده و بطوریکه فقط از دو سطح بزرگ آن خشک می‌شود. هوا دارای دمای خشک $48^{\circ}C$ و رطوبت $29^{\circ}C$ و سرعت $1,5\ \frac{m}{s}$ است. در زمانهای مختلف نتایج زیر بدست آمده است.

Time . hr	Mass . kg	Time . hr	mass . kg	Time . hr	mass . kg
۰	۴,۸۲۰	۳,۰	۴,۲۴۹	۷,۰	۳,۱۸۵
۰,۱	۴,۸۰۷	۳,۴	۴,۲۰۶	۷,۵	۳,۸۷۱
۰,۲	۴,۷۸۵	۳,۸	۴,۱۵۰	۸,۰	۳,۸۵۹
۰,۴	۴,۷۴۹	۴,۲	۴,۱۳۰	۹,۰	۳,۸۴۲
۰,۸	۴,۶۷۴	۴,۶	۴,۰۵۷	۱۰,۰	۳,۸۳۲
۱,۰	۴,۶۳۸	۵,۰	۴,۰۱۵	۱۱	۳,۸۲۵
۱,۴	۴,۵۹۵	۵,۴	۳,۹۷۹	۱۲	۳,۸۲۱
۱,۸	۴,۴۹۱	۵,۸	۳,۹۴۶	۱۴	۳,۸۱۹
۲,۲	۴,۴۱۶	۶,۰	۳,۹۳۳	۱۵	۳,۸۱۹
۲,۶	۴,۳۴۱	۶,۵	۳,۹۰۵		

سپس نمونه در یک کوره با دمای $110^{\circ}C$ خشک می‌شود و جرم خشک آن $3,745\ kg$ بدست می‌آید.

الف) منحنی سینتیک خشک کردن را رسم کنید.

ب) زمان لازم برای خشک شدن صفحات از رطوبت ٪۲۰ تا ٪۲ (بر مبنای رطوبت) با بکارگیری دمای دیجیتال شرایط هوای مرطوبی ولی با سرعت ٪۵۰ بیشتر از مقدار آزمایشی حساب کنید.

فرض کنید رطوبت جرانی تغییری نمی کند.

عملیات واحد ۱۱

یک محلول رنگین که غلظت رنگ در آن معادل ۸ واحد رنگ در هر پوند محلول است در یک سیستم متقابل جریان مرحله ای با یک نوع کربن جاذب مجاور می گردد و ۸۰٪ رنگ خود را از دست می دهد. مقدار محلول ورودی $1000 \frac{lb}{min}$ است

الف) مدار متقابل کربن جاذب که در هر دقیقه برای این منظور لازم است را محاسبه نمایید؟

ب) اگر بخواهیم این عمل را در دو مرحله تعادلی انجام دهیم، میزان کربن جاذب مورد نیاز را از طریق ترسیمی محاسبه کنید. متقاطع

ارقام تعادلی این دو فاز عبارتند از:

پوند کربن / پوند محلول	۰	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۸	۰٫۰۱۳۳	۰٫۰۳۵
واحد رنگ تعادلی / پوند محلول	۸	۵	۴	۲	۱

عملیات واحد II

یک محلول کوارتز که تجزیه عربالی آن در زیر نشان داده شده باید غربال غیر استاندارد با مش ۱۰ غربال

می‌شود مطلوبست:

الف) نسبت جرمی جریان برگشت به خوراک

ب) نسبت جرمی جریان ته‌گذر به خوراک

ج) کارایی الک

	Mesh	۴	۶	۸	۱۰	۱۴	۲۰	۲۸	۳۵	۴۸	۶۵ (۰۰۰)	۲۰۰ Pa
	Feed	۰	۰٫۲۵۱	۰٫۱۵۰۱	۰٫۴۷۰۸	۰٫۷۲۷۸	۰٫۸۸۹۸	۰٫۹۴۰۷	۰٫۹۷۱۸	۰٫۹۷۹۵	۰٫۹۸۱۱	۰٫۹۸۲۵
X	over Flow	۰	۰٫۰۷۱	۰٫۴۳	۰٫۸۵	۰٫۹۷	۰٫۹۹	۱	—			
	under Flow	۰	۰	۰	۰٫۱۹۵	۰٫۵۸	۰٫۸۳	۰٫۸۳	۰٫۹۱	۰٫۹۶	۱	

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ... سوالات امتحان پایان نیمسال اول ۷۹-۷۸ تاریخ امتحان: سنه ۸۰/۴/۲
ساعت امتحان: ۱۶,۳۰ ساعت امتحان:

درس: عملیات واحد II تعداد واحد: ۳ نام مدرس: جمشید بهین
مدت امتحان: دو ساعت وسایلی که دانشجو مجاز است به همراه داشته باشد: ماشین حساب
رشته تحصیلی: مهندسی شیمی (پتروشیمی) نوع امتحان: جزوه و کتاب باز ☒ جزوه و کتاب بسته ☐

نام خانوادگی: ... رشته تحصیلی: ... شماره دانشجویی: ...

سوال ۱ - یک برج رطوبت زنی به ارتفاع 2^m و سطح مقطع 2^{m^2} که در آن آب دائماً می‌چرخد، موجود است. جریان سیستم آدیاباتیک است. هوا با دبی $3.5 \frac{m^3}{sec}$ با دمای خشک $65^{\circ}C$ و رطوبت ورودی $0.017 \frac{lb\ H_2O}{lb\ dry\ air}$ وارد آن می‌شود و در دمای $42^{\circ}C$ از آن خارج می‌شود. اگر ارتفاع این برج را به 4^m تبدیل کنیم، شرایط هوای خروجی به چه صورت می‌شود؟

$^{\circ}F = 1.8C + 32$

سوال 2 - نتایج آزمایشات بحرانی برای تعادل مخلوط بنزن و ازت در مجاورکربن فعال بقرار زیر است:

فشار جزئی بنزن در گاز (atm)	0.001	0.0045	0.0251	0.115	0.251
حجم بنزن جذب شده (cm^3) / گرم کربن	15	25	40	50	65

مخلوطی از 10٪ بنزن و ازت به مقدار $100 \frac{ft^3}{min}$ با جریان متقابل از بستر متحرک کربن فعال عبور داده می‌شود و 95٪ از بنزن جذب میگردد. میزان بنزن در کربن ورودی $15\ cm^3$ در شرایط متعارفی در هر گرم بن میباشد. فشار یک اتمسفر و درجه حرارت نیز معادل با $33.3^{\circ}C$ میباشد.

الف - حداقل کربن لازم برای اینکار را محاسبه کنید

ب - اگر کربن را دو برابر حداقل مصرف کنیم میزان بنزن در کربن خروجی چه خواهد شد.

ج - اگر کل عمل فوق را در یک مرحله تعادلی انجام دهیم چه میزان کربن باید بکار برد.

سوال 3 - یک نوع لجن (خوراک) توسط یک پمپ ابتدا تحت شرایط دبی ثابت فیلتر میشود. در این شرایط فشار پمپ زیاد شده و به مقدار حداکثر $400 \frac{kN}{m^2}$ میرسد، سپس ادامه فیلتراسیون در فشار ثابت $400 \frac{kN}{m^2}$ انجام میگیرد. مدت زمان لازم جهت عملیات در دبی ثابت 800 ثانیه و مقدار

لطفاً سئوال عملیات واحد II را از صفحه ① الی ④ حل مسئله ②

مایع صاف شده در طی این مدت معادل $\frac{1}{3}$ کل مایع صاف شده در طی عمل فیلتراسیون بوده است. اگر از مقاومت صافی صرف نظر شود، کل زمان فیلتراسیون را محاسبه کنید.

مسئله 4 - سنگ بوکسیت با اندازه متوسط 4^{cm} در یک خردکن خرد شده و حاصل از الک با مش "8" عبور می نماید. تجزیه غربالی محصول خرد شده، جامدات روی الک با مش "8" و جامدات عبور کرده از مش "8" در جدول زیر نشان داده شده است. چه جزئی از خوراک اولیه پس از خرد شدن روی مش "8" باقی می ماند؟ (۴ نمره)

Mesh	ΔX		
	محصول	جامد روی غربال با مش 8	جامد عبور کرده از غربال با مش 8
3/4	4.0	14	0
4/6	16.0	60	0
6/8	27.5%	18	9.8
8/10	24.0	8	40.2
10/14	17.0	0	31.0
14/20	11.5	0	19.0
20/23	0	0	0

a) حداقل آب لازم برای ما چقدر است؟

$Y'_0 = \frac{0.1}{1-0.1} = 0.111$ $\quad Y'_N = 0.05\, Y'_0 \rightarrow 0.05 * 0.111 = 0.00555$

$Y'_0 = \frac{P_A}{P_t - P_A} * \frac{M_A}{M_B} \rightarrow 0.111 = \frac{P_A}{1-P_A}\left(\frac{78}{28}\right) \rightarrow P_{A\,(benzen)} = 0.038$

$P_t = P_{benzen} + P_{N_2} \rightarrow 1 = 0.038 + P_{N_2} \rightarrow P_{N_2} = 0.962\ atm$

$PV = nRT \rightarrow n = \frac{P.V}{R.T}$

$n_{N_2} \Rightarrow$	0.962 atm	$100\ ft^3$	$28316.8\ cm^3$	$grmol.K^\circ$	$= 108.325\ grmol$
			$1\ ft^3$	$82.06\ cm^3.atm$	$(273.15+33.3)K^\circ$ (306.45)

$G'_s = n_{N_2} * M_{N_2} \rightarrow 108.325 * 28 \Rightarrow G'_s = 3033.1$ $\quad G'_s$: وزن حامل بدون عنصر جذب شونده

$P = 1\ atm \quad T = 273.15K^\circ \quad V = 15cm^3 \quad PV = nRT \Rightarrow n = \frac{P.V}{R.T}$

L'_s: وزن حلال بدون عنصر جذب شونده

$n \Rightarrow$	1 atm	$15\ cm^3$	$grmol.K^\circ$	$= 0.00067$
			$82.06\ cm^3.atm$	$273.15\ K^\circ$

X': وزن عنصر جذب شونده به وزن حامل

Y': وزن عنصر جذب شونده به وزن حلال

$m = n * 78 \rightarrow 0.00067 * 78 = 0.052$ جذب شده در C

$X'_{N+1} = 1 - 0.052 \rightarrow X'_{N+1} = 0.948$ بزرگترین جزء

$\frac{gr\,benzen}{gr.C}$ این جمله باید مقدار بزرگتر $\frac{gr\,benzen}{gr\,C}$ باشد

$\frac{gr\,benzen}{cm^3}$ از بین جدا شده

$\frac{Y'_0 - Y'_N}{X'_1 - X'_{N+1}} = \frac{L'_s}{G'_s} \rightarrow \frac{0.111 - 0.00555}{0.123 - 0.046} = \frac{L'_{s\,min}}{G'_s} \rightarrow 1.334 = \frac{L'_{s\,min}}{3033.1}$

$\tan\theta = 1.334 \rightarrow \theta = \tan^{-1} 1.334 = 53^\circ$

$L'_{s\,min} = 4046$

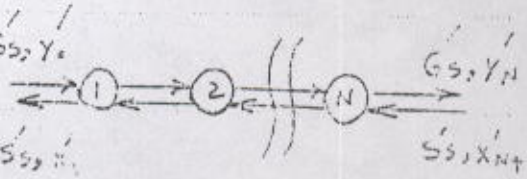
نقطه تقطیر یعنی (Y'_N, X'_{N+1}) را در نمودار و نقطه دوم (Y'_0) را در

چون در واقع شیب خط تقطیر حداقل بیش از حد مناسب حاصل کرده

پس نقطه دوم تقاطع Y'_0 و منحنی تعادل می‌کرد پس دو نقطه معلوم و از حل

تقاطع خط و با رد منحنی X'_1 برای خواسته پس شیب

خط شروع شده $\frac{L'_s}{G'_s}$ و $\frac{L'_s}{G'_s}$ بدست می‌آید



ب) اگر آبگیری برابر حداقل مقدار غلظت ممکن آب خروجی باشد خروجی چه خواهد شد؟

$$S'_s = 2 * S'_{s(min)} \longrightarrow 2 * 4046 = 8092$$

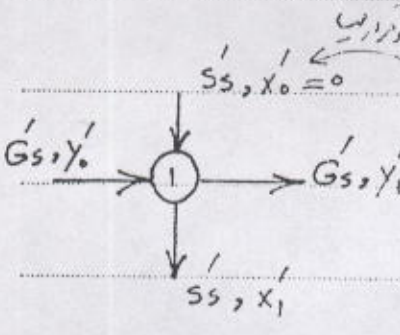
$$\frac{(Y'_0 - Y'_N)}{(X'_1 - X'_{N+1})} = \frac{S'_s}{G'_s} \longrightarrow \frac{0.111 - 0.00555}{X'_1 - 0.046} = \frac{8092}{3033} \longrightarrow$$

$$\frac{0.111 - 0.00555}{X'_1 - 0.046} = 2.67 \xrightarrow{\text{از روی رسم}} X'_1 = 0.0854$$

$$\tan\theta = 2.67 \longrightarrow \theta = \tan^{-1} 2.67 = 69^\circ$$

نقطه داریم (Y'_N, X'_{N+1}) و شیب هم داریم $\left(\frac{S'_s}{G'_s}\right)$ حال برابر است با عدد نقطه دوم حل برخورد خط با شیب $\left(\frac{S'_s}{G'_s}\right)$ از نقطه $(0.046, 0.00555)$ شروع شده و با خط $Y'_0 = 0.111$ خروج شده باید. نقطه دوم بدست آمده

حال X'_1 خروجی را می خواهیم.



راه حل اینجا به راه حل ... قبلی می رود

$$G'_s(Y'_0 - Y'_1) = S'_s(X'_1 - X'_0) \quad (C$$

3033 0.111 0.00555 0

روش تحلیلی

روش ترسیمی ؟

problem 2

$$\frac{S'_s}{G'_s} = \frac{(Y'_0 - Y'_1)}{(Y'_1/m)^{1/n}} \longrightarrow \frac{S'_s}{3033} = \frac{(0.111 - 0.00555)}{\left(\frac{0.00555}{515.23}\right)^{4.041}} \longrightarrow \frac{1}{4.041}$$

$$\longrightarrow S'_s = 5394.39$$

شیب $= -\frac{S'_s}{G'_s} = -\frac{5394.39}{3033} = -1.778$

$\tan\theta = -1.778 \Rightarrow \theta = \tan^{-1}(-1.778)$

$\theta = -60.64$

$X_1 = 0.0595 \simeq 0.06$ از روی نمودار

(atm) فشار بخار بنزن در دماهای مختلف — (cm³) حجم بنزن فوق تبخیر شده

فشار بخار بنزن در دماهای مختلف	حجم بنزن فوق تبخیر شده	$y' = \frac{PA}{Pt-PA} * \frac{MA}{MB}$	x'	$\log x'$	$\log y'$
0.001	15	0.00279	0.04650	-1.333	-2.554
0.0045	25	0.01259	0.07750	-1.111	-1.900
0.0251	40	0.07172	0.12400	-0.907	-1.144
0.115	50	0.36199	0.15500	-0.810	-0.441
0.251	65	0.93353	0.2015	-0.696	-0.030

$$P.V = nRT \longrightarrow P.V = \frac{mB}{MB} * RT \longrightarrow mB = \frac{P.V.MB}{R.T}$$

$mB \Rightarrow$ (1atm | V cm³ | 78gr | grmol.k') $= 0.00310 * V$

(| | grmol | 82.06 cm³.atm | 306.45k°)

$mB = 0.00310 * V$

معادله فرندلیچ $\longrightarrow y' = m x'^{n} \longrightarrow \log y' = \log m + n \log x'$

$\log m = 2.712 \longrightarrow m = 515.23 \qquad n = 4.041$

$$y' = 515.23\ x'^{4.041}$$

x'	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.02	0.03	0.04	0.05
y'	0	0.003	0.047	0.241	0.772	0.00007	0.00036	0.00146	0.00265

(۳)

x'	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.2	0.14	0.15	0.2
y'	0.00595	0.01109	0.01903	0.03053	0.04688	0.09794	0.13250	0.16715	0.77