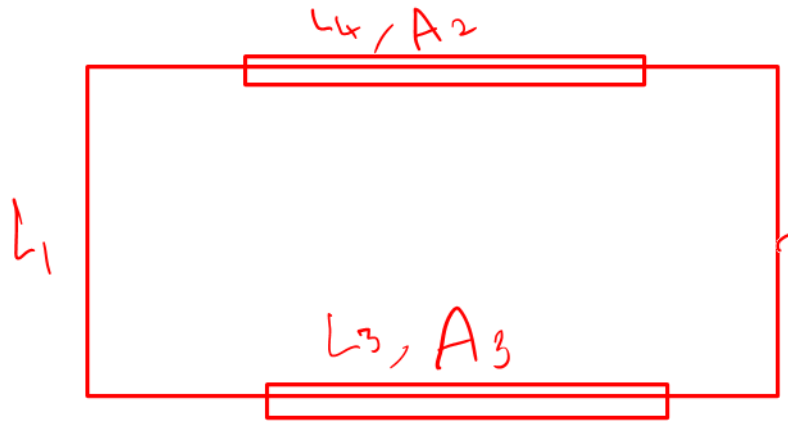
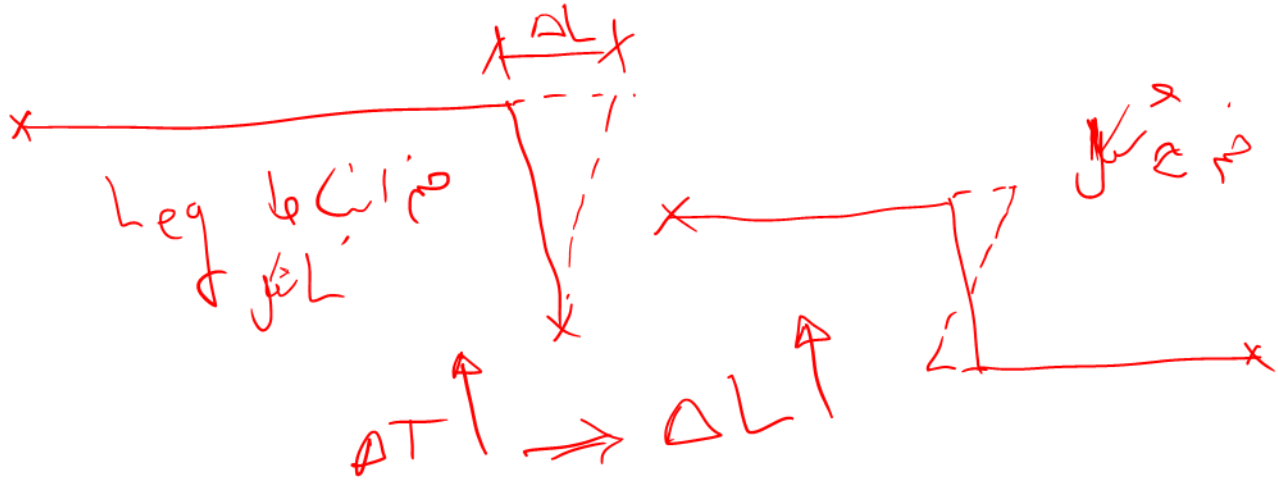
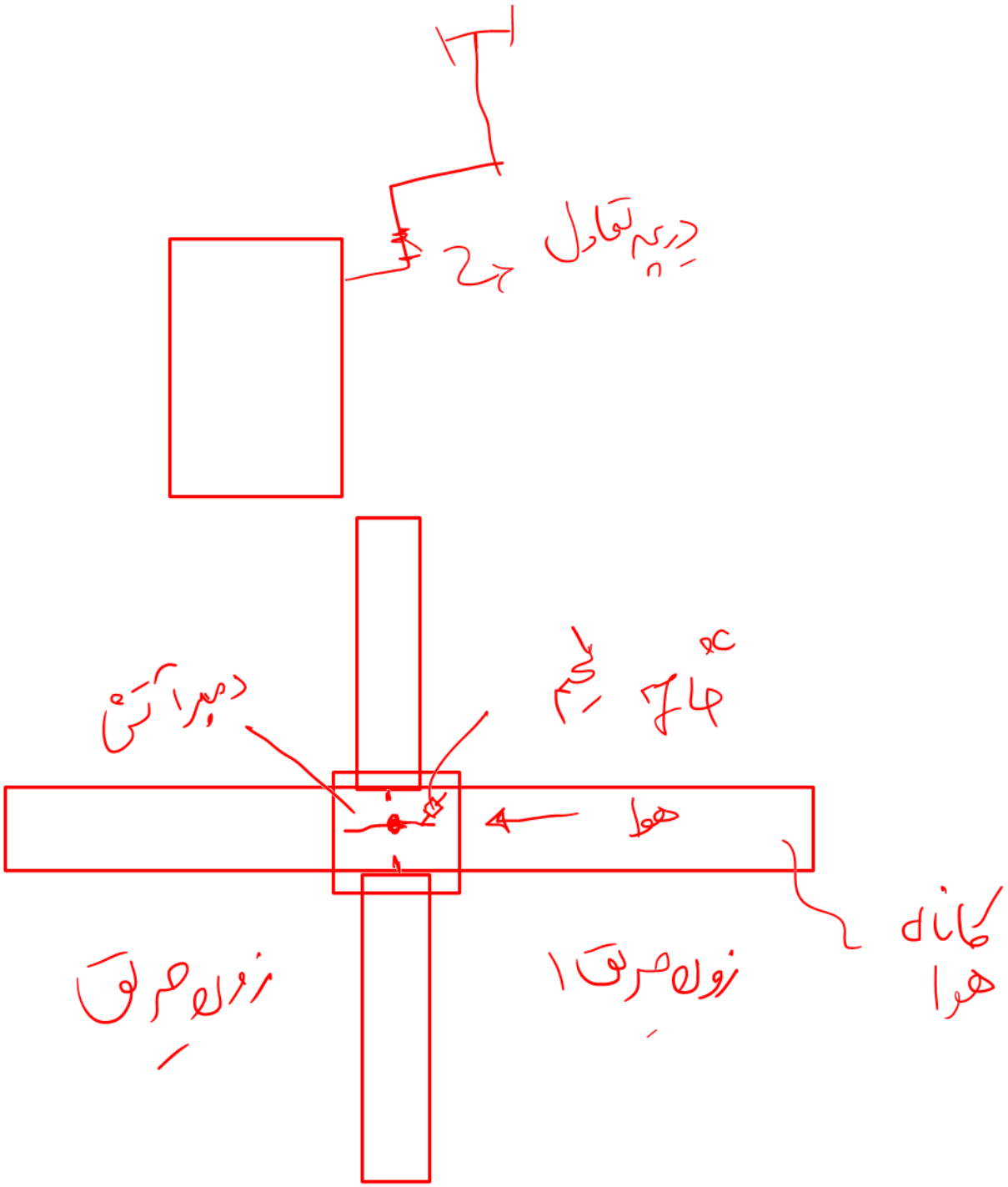


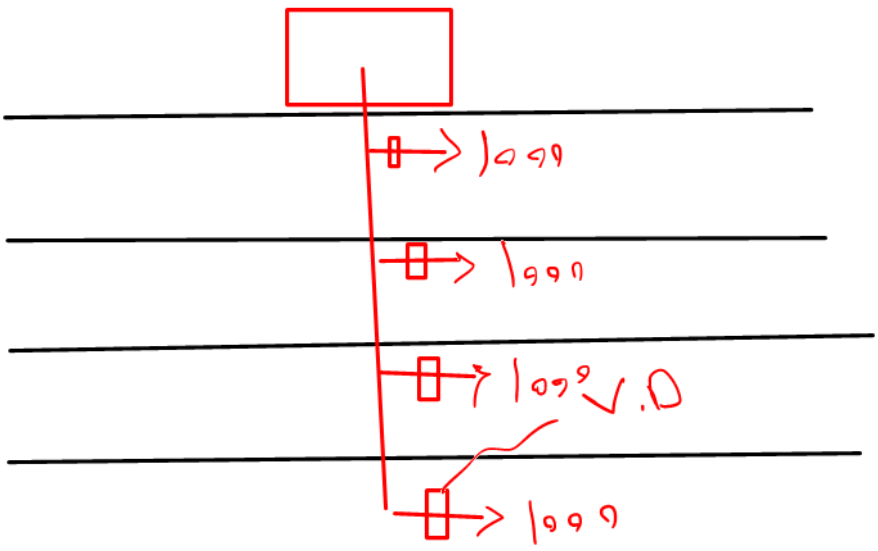
$$\begin{cases} (A_2+A_3) \geq 0.2 A_1 \\ (L_3+L_4) \geq 0.4 (2L_1+2L_2) \end{cases}$$

ex. J. تقعر انبساطي

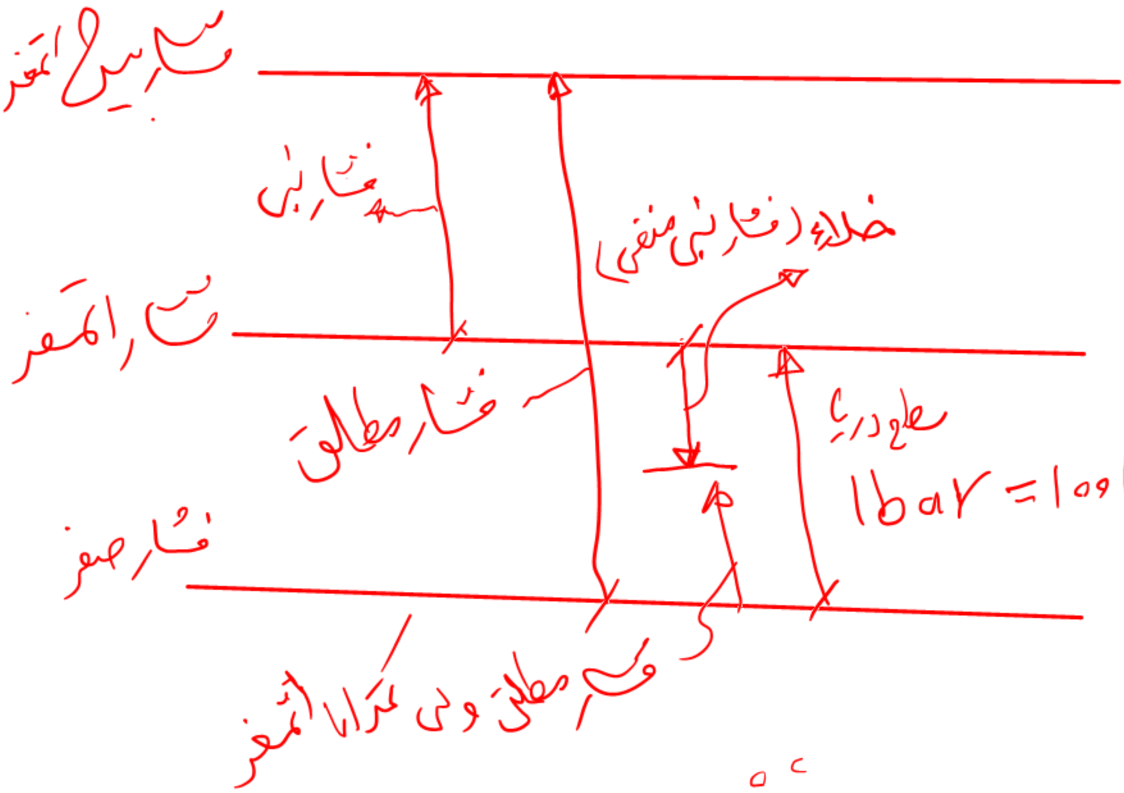
حلقة انبساط




دریچه تعادل
دمپر آتش
لجم
هوا
کانال هوا
زانویه صرف
زانویه صرف



$$P_{ab} = P_g + P_{atm}$$



$1 bar = 100 kPa = 100,000 Pa = 10 mH_2O$

دمای مبنا → ۱۹۴ = 20 °C

۰–۸	۸–۱۰	10–13	13–18	18–22	22–24
16 °C	25 °C	27	30	28	26
	20	20	20	20	20
	2×5	3×7	5×10	4×8	2×6
0	10	21	50	32	12

$= 125$

$$\frac{125\ °C}{16\ hr} = 7.8\ °C$$ → // روز درجه سرما

فروردین ⊢——⊣ اسفند $= 2560$

فضا ← با حجم کافی است ← $\frac{177\ Kcal}{hr \cdot m^3}$ ← وجود دارد

← با حجم ناکافی ← " ← وجود ندارد

$Q_h = 50,000\ Kcal/hr$

حجم مورد نیاز ← $V_R = \frac{50,000}{177} = 282\ m^3$

$V_R = 282\ m^3$ → کافی

حجم واقعی موتور ← $V_a \geq$

$V_a <$ $V_R = 282\ m^3$ → ناکافی

مصالح ← استاندارد ← STD ← قابل استفاده

← غیر استاندارد ← Non STD ← در

← معرفت ow

← Listed ← علاوه بر STD بودن باید تائید یک مرجع ذیصلاح وجود داشته باشد.

محاسبه چیلر:

محاسبه بار برودتی:
- فرمول‌های مهندسی
- نرم‌افزارها HAP و ...
- تجربی RofT

Q_t (Btu/h - Kcal/h , KW)

ظرفیت چیلر تن تبرید = TR = ازای یک تن آب صفر درجه در طول 24 ساعت که گرفته تا تبدیل به یک تن یخ صفر درجه شود

$$TR = 12000\ Btu/h = 3000\ Kcal/h = 3.516\ KW$$

$$TR_c = \frac{Q_t(Btu/h)}{12000} \times 1.1 = \frac{Q_t(KW)}{3.52} \times 1.1$$

پمپ سیرکولاسیون (پمپ چیلر):

پمپ → هد، دبی

$$Q = \dot{m}\, c_p\, \Delta T = \rho \cdot \dot{V} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

- Q: انرژی حرارتی
- $\dot{m}$: دبی جرمی
- c_p: ظرفیت گرمایی ویژه
- ΔT: اختلاف دما
- ρ: چگالی
- $\dot{V}$: دبی حجمی

دبی:

IP: (1) $$\dot{V}(gpm) = \frac{Q_t(Btu/h)}{500\,\Delta T\ (°F)}$$

$1\ gal = 3.78\ lit$

gpm: گالن بر دقیقه

$500 = 60 \times 8.33\ lb/gal$ ، $\Delta T = 10°F$

(2) $$TR = \frac{\dot{V}(gpm) \times \Delta T(°F)}{24}$$

(3) $$\dot{V}(gpm) = 2.4\, TR_c$$

هد پمپ

کاتالوگ سازنده

$$H_p = H_L + H_e + H_F + H_v$$

- H_p: هد پمپ
- H_L: افت طول مستقیم
- H_e: افت اواپراتور
- H_F: افت آخرین مصرف کننده (فن کویل)
- H_v: افت شیرآلات

$$H_L = J \times L_e \quad \left\{ \frac{1}{100} < J < \frac{4}{100} \Rightarrow J = \frac{2.5}{100} \right.$$

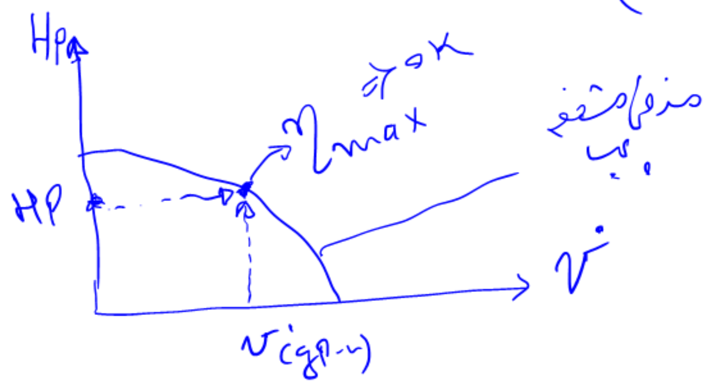
- H_L: افت مسیر
- J: نرخ افت مسیر
- L_e: طول معادل

$$L_e = L_s + 0.5L_s + L_R + 0.5L_R = 3L$$

$$L_s = L_R = L$$

$$H_L = \frac{2.5}{100} \times 3L = 0.075L$$

L: فاصله پمپ تا دورترین فن کویل (فاصله پمپ تا پرمقاومت ترین مسیر)



برج خنک کن Cooling Tower :

$$TR_T = 1.25\, TR_C$$

انتخاب صحیح 2.5 درصد

1- T_i دمای آب ورودی

2- T_o 2.5 دمای آب خروجی

3- $\dot{v}(gpm)$ 2.5 دبی آب

4- دمای مرطوب محیط

$$TR_C = 12000 \text{ Btu/h}$$

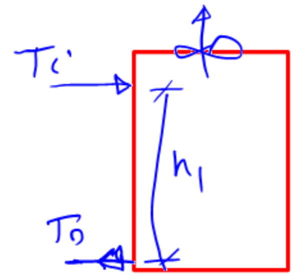
$$TR_T = 15000 \text{ Btu/h}$$

پمپ برج :
دبی
هد

دبی

دبی:
- برج تبخیری $\Rightarrow V(gpm) = 3 \times TR_c$
- برج جذبی $\Rightarrow V(gpm) = 3.6$ تا $4.5 \times TR_c$

هد پمپ:



کاتالوگ

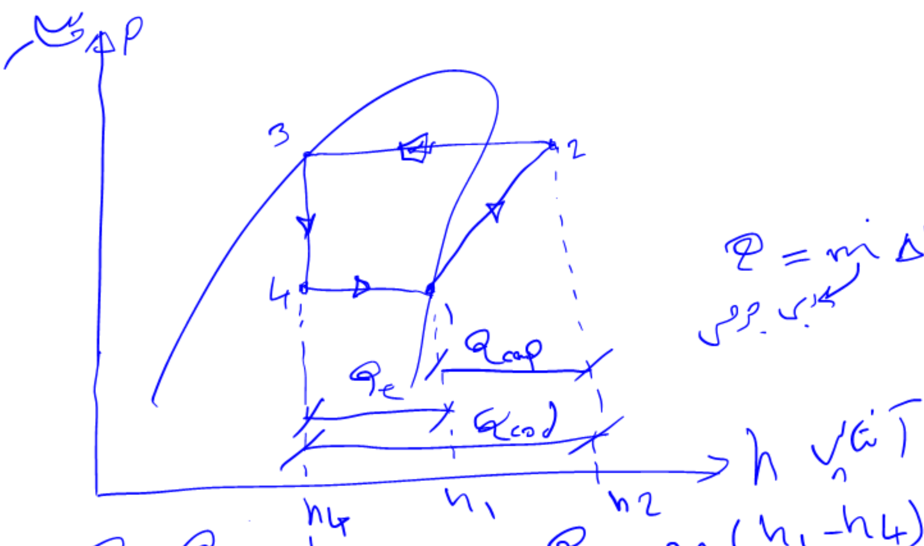
$$HP = H_L + H_c + H_T + H_V + h_1$$

- HP: هد پمپ
- H_L: افت اصطکاک
- H_c: افت کندانسور
- H_T: افت برج 2.5
- H_V: افت شیرآلات
- h_1: اختلاف ارتفاع ورودی و خروجی برج 2.5

$$H_L = J \times L_e \qquad \frac{2.5}{100} < J < \frac{5}{100} \Rightarrow J = \frac{2.5}{100}$$

$$H_L = 0.025\,L$$

$$\frac{hp_2}{hp_1} = \left(\frac{10^\circ F}{16^\circ F}\right)^3 = 0.244 \Rightarrow hp_2 = 0.244\,hp_1$$

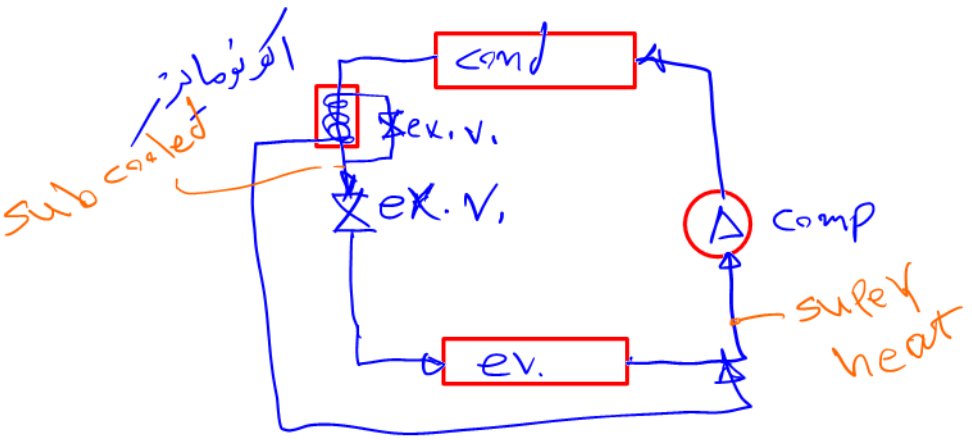


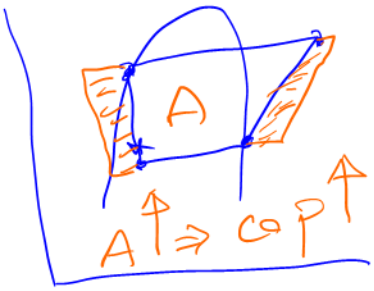
$Q = \dot{m}\,\Delta h$ — $\dot{m}$: دبی جرمی، Δh: اختلاف آنتالپی

$$Q_e = \dot{m}(h_1 - h_4) = 100\,kW$$

$$Q_{comp} = \dot{m}(h_2 - h_1) = 80\,kW$$

$$Q_{cond} = \dot{m}(h_2 - h_3) = Q_e + Q_{cp} = 100 + 80 = 180$$





$$cop = \frac{\text{سرمای تولیدشده توسط اواپراتور}}{\text{کار دادهشده به کمپرسور}} = \frac{Q_e}{Q_{cap}} = \frac{Btu/h}{Btu/h} = \frac{kw}{kw}$$

توانایی ← هرچه بالاتر

تراکم $2 < cop < 6$

$$TR = 100 = 100 \times 3.52 = 352\ kw$$

$$W_{cap} = Q_{cap} = 90\ kw$$

$$cap = \frac{352}{90} = 3.9$$

$$EER = \frac{\text{انرژی تبادل شده}}{\text{کار دادهشده}} = \frac{Btu/hr}{W}$$

$$\begin{cases} Q_e = 18000\ Btu/h \\ Q_{cap} = 1.8\ kw \end{cases} \Rightarrow EER = \frac{18000\ Btu/h}{1800\ w} = 10$$

$$\boxed{EER = 3.412\ cap}$$

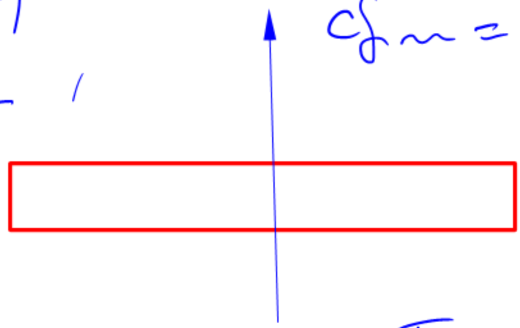
$$W = 3.412\ Btu/h$$

کندانسور : $T_2 = T_\infty + 20°F$

$cfm = ?$

$$Q_{cod} = Q_e + W_{cap}$$

$$Q_{cod} = 1.08 \times cfm \times \Delta T$$



$T_1 = T_\infty = T_{db}$ دمای خشک بیرونی

$$cfm = \frac{Q_{cod}}{1.08\,(T_2 - T_1) \times \gamma}$$

ضریب تصحیح چگالی هوا

$$cfm = \frac{Q_{cod}}{1.08 \times 20°F \times \gamma}$$

$$TR_L = 100\,TR \times 3.52 = 352\,KW$$

$$W_{cap} = 100 \times 0.9\,\frac{KW}{TR} = 90\,KW$$

$$Q_{cod} = 352 + 90 = 442\,KW \times 3412\ Btu/h$$

$$cfm = \frac{442 \times 3412}{1.08 \times 20 \times 1}$$

تقریبی [illegible] $1\,Kw \rightarrow 1\,TR$

[illegible] $1.2\,Kw \rightarrow 1\,TR$

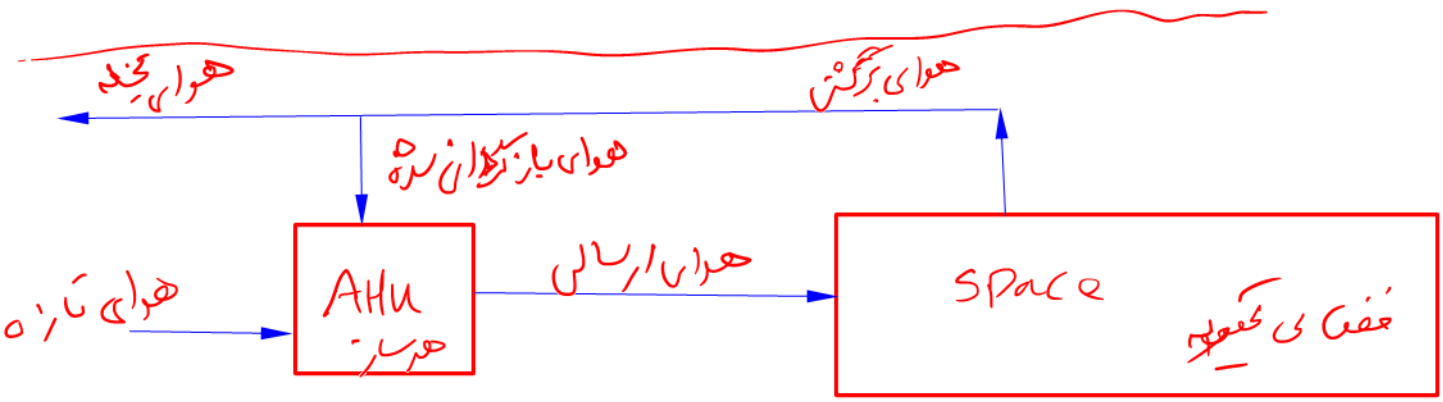
$1\,Kw \rightarrow A = 1.7\,A$

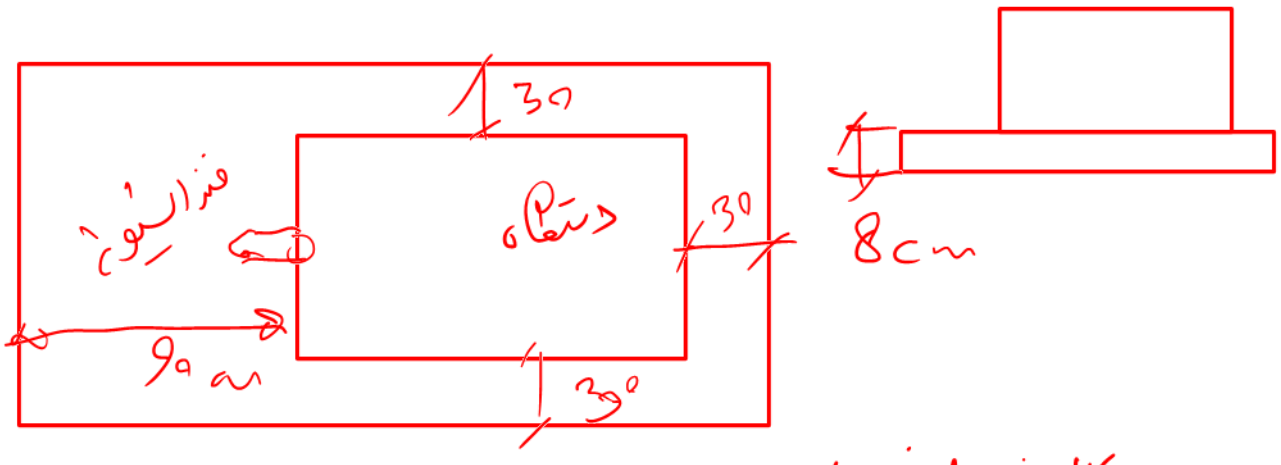
$$\text{کولر تراکمی } COP = \frac{\text{سرمای تولید شده در اواپراتور}}{\text{کار داده شده در کمپرسور}} = \frac{Q_e}{W_{cop}}$$

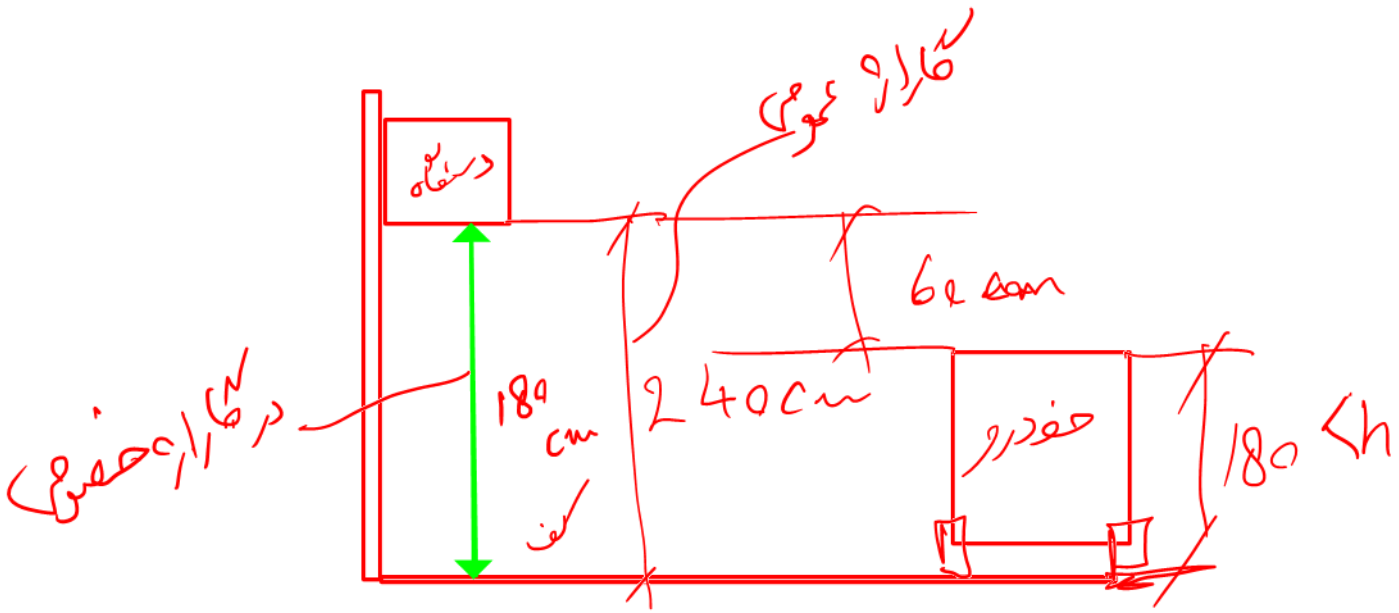
$$2 < cop < 6$$

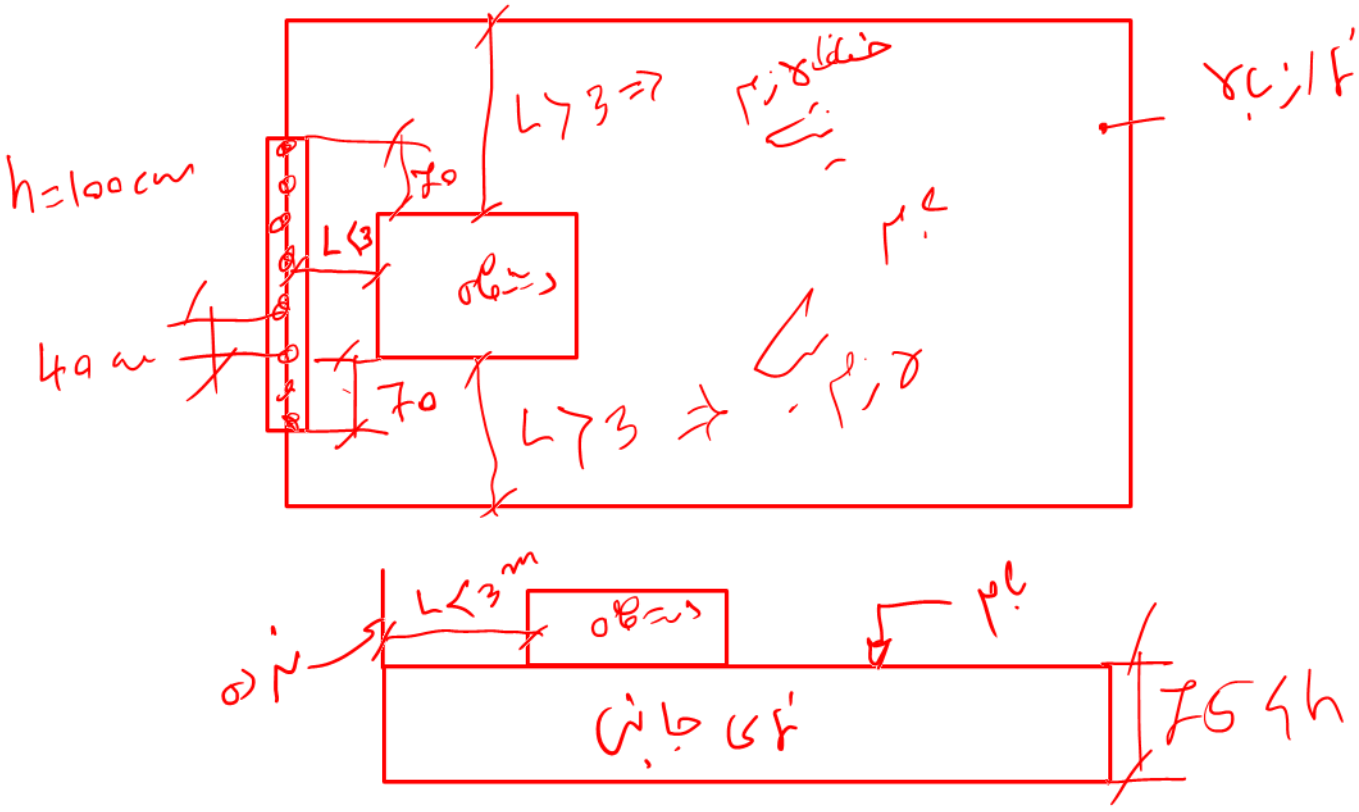
$$\text{جذبی } cop_2 \frac{\text{سرمای تولید شده در اواپراتور}}{\text{گرمای داده شده در ژنراتور}} = \frac{Q_e}{Q_G}$$

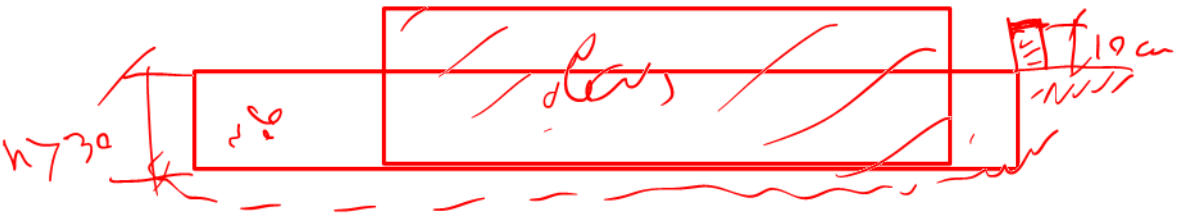
$$0.7 < cop < 1.2$$

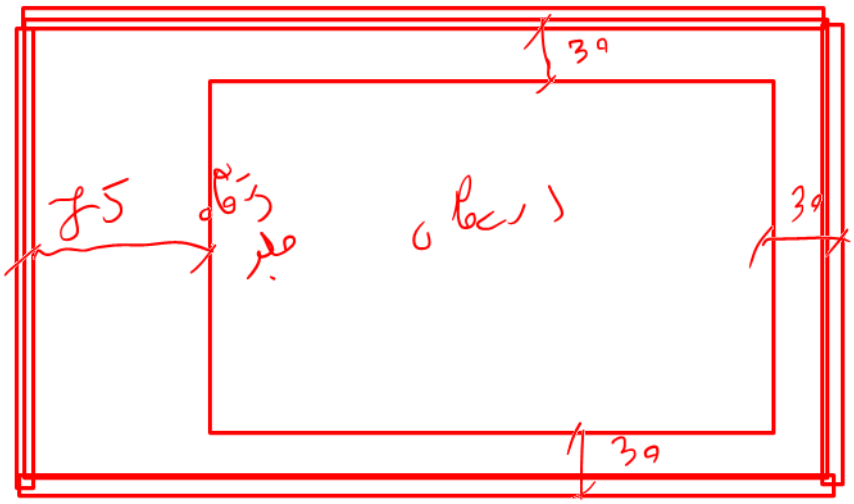


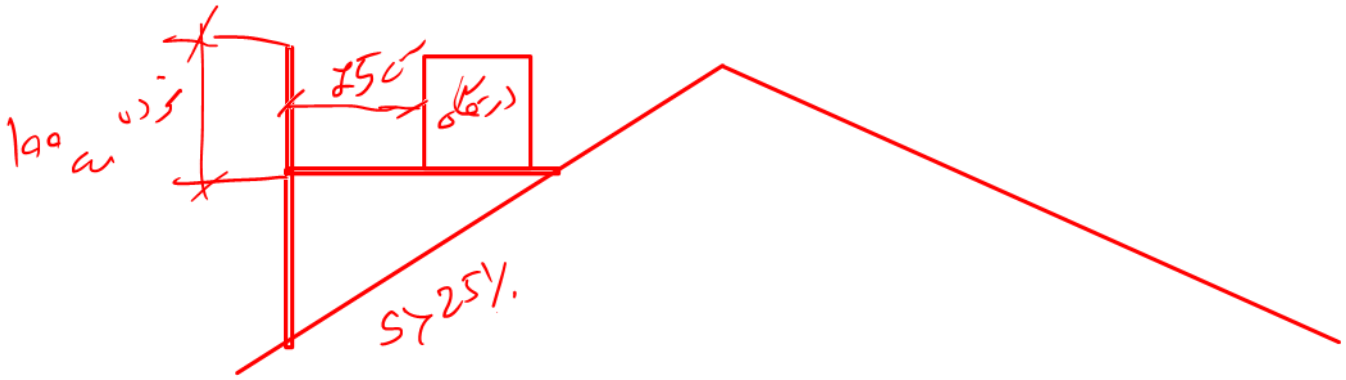


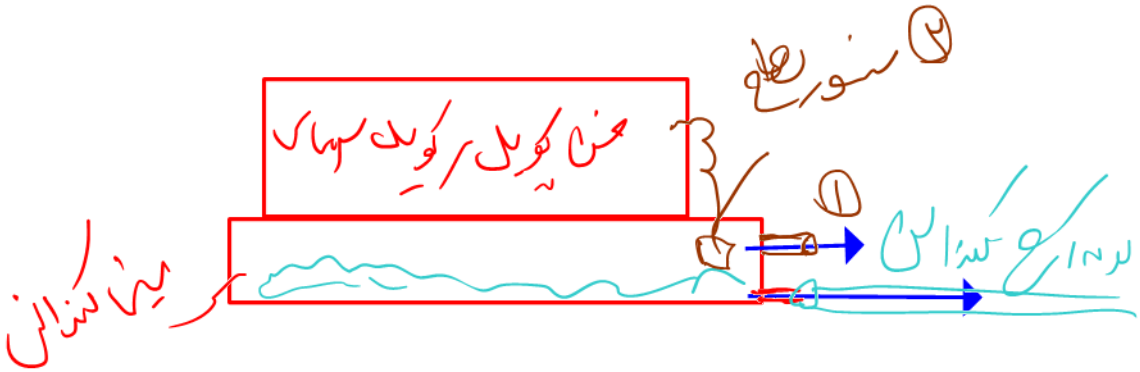

دستگاه
کف
180 cm
240cm
60cm
صندلی
180 cm

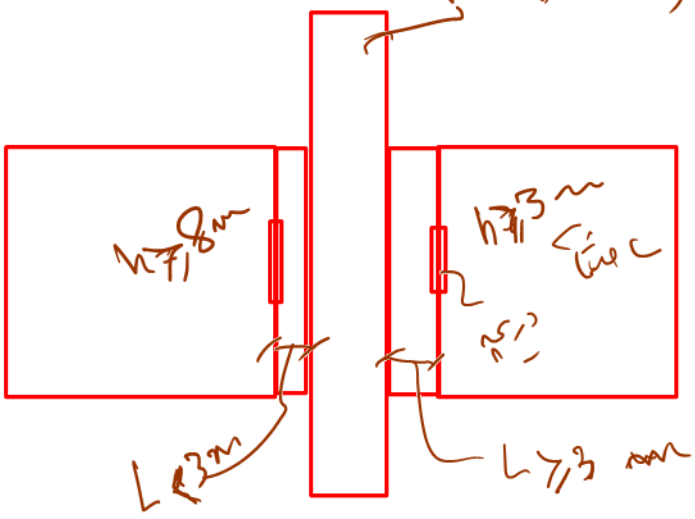

h=100cm
70
70
40cm
دستگاه

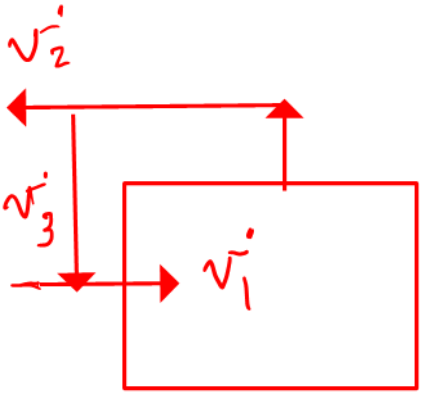

10 cm
h=30


30
30
30


150
100 cm
2%


2
1



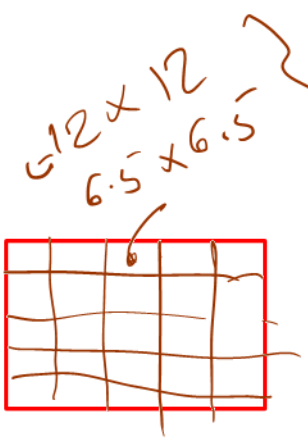


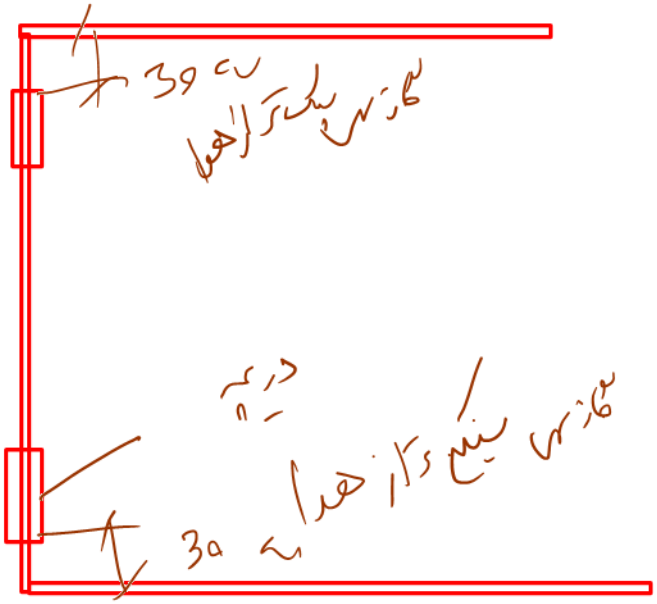
① اگر $V_1 = V_2 + V_3$ ⇒ فشار اتمسفریک

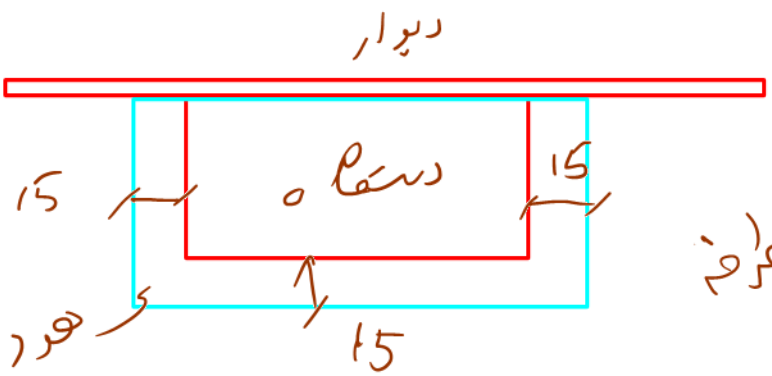
② " $V_1 > V_2 + V_3$ ⇒ فشار +

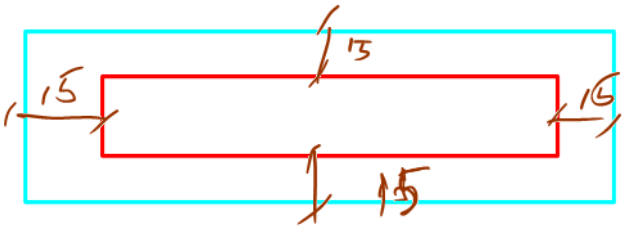
③ " $V_1 < V_2 + V_3$ ⇒ فشار −

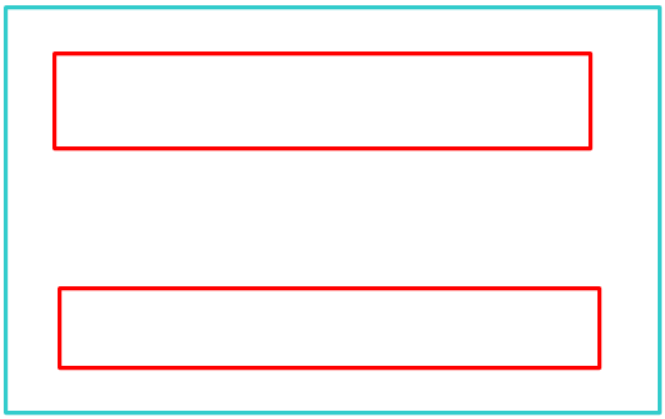
$V_1 = V_2 + V_3$

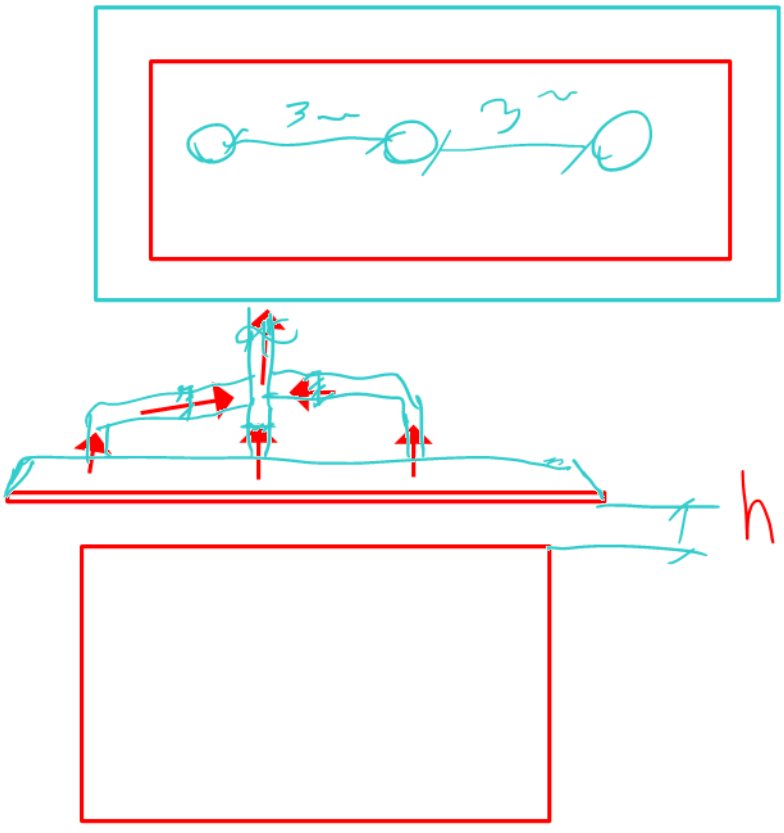


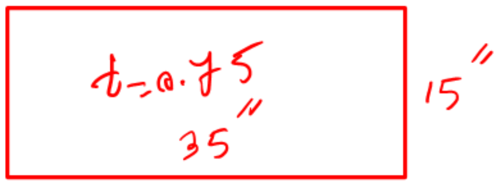


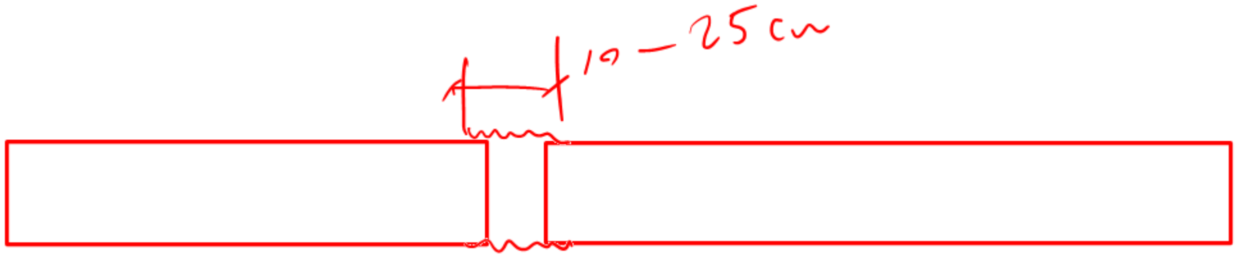


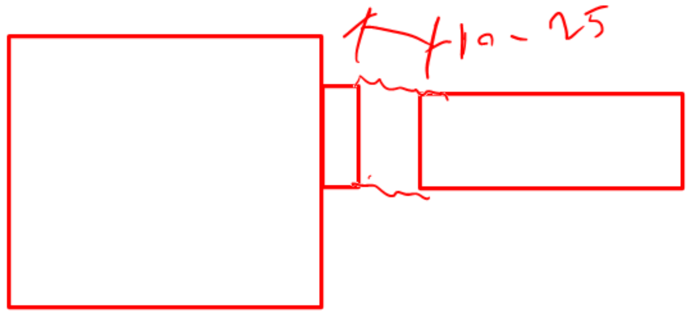

15
15
15
15



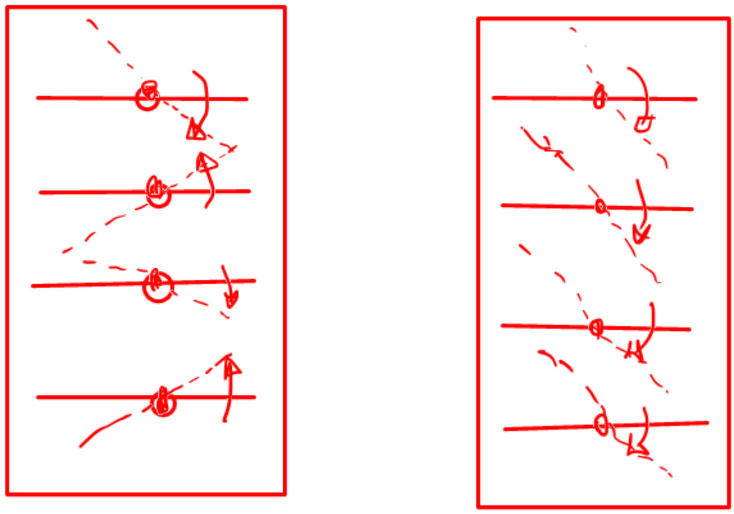

3~
3~
h







دریچه تیغه متقابل (برای تنظیم دبی هوا
و بازو لیبر

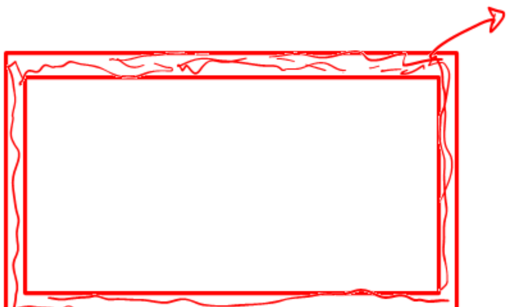


تیغه موازی (فقط off/on
باز بسته

$R = \dfrac{t}{\lambda}$

$\lambda = K$ ضریب هدایت حرارتی

0.034 ST



t=?

سرمایشی 865

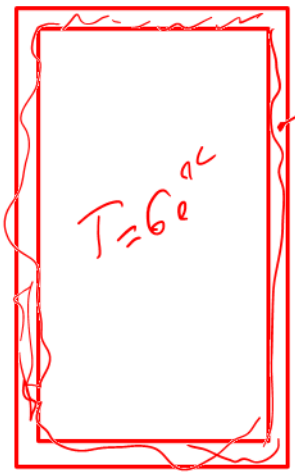
گرمایشی 1870

تهران ①

$t = R \cdot \lambda = 0.881 \times 0.034 = 0.0299 = 30\ mm$

$865 \rightarrow R = 5 = 0.881$

$1870 \rightarrow R = 5 = 0.881$



$q=47\ W/m^2$

$Q=U\cdot A\cdot \Delta T$

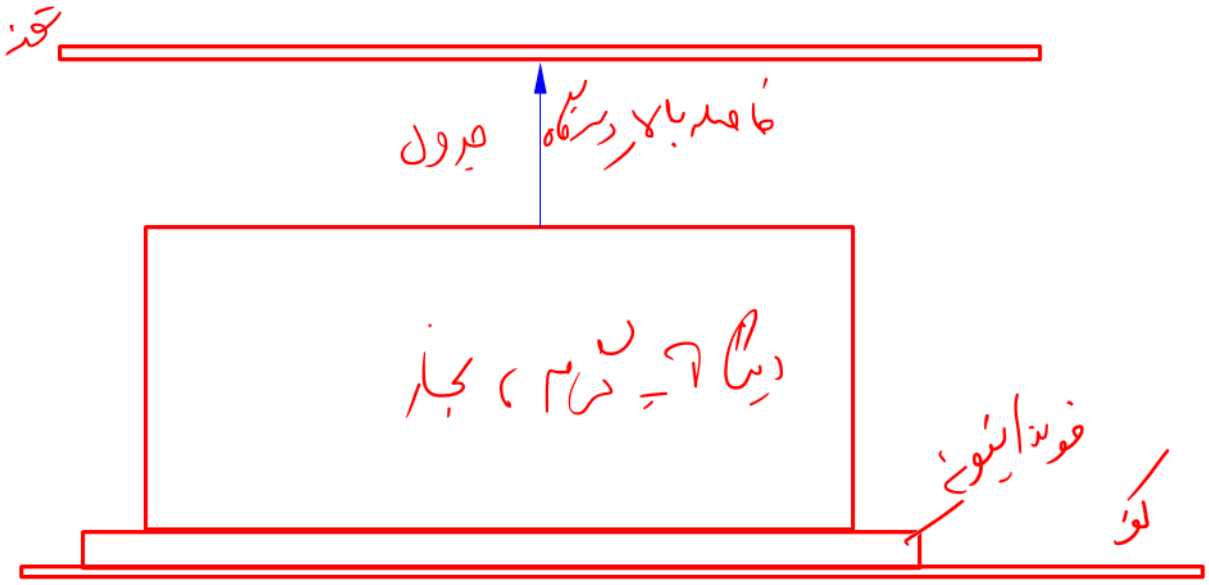
$q=\frac{Q}{A}=U\cdot \Delta T$

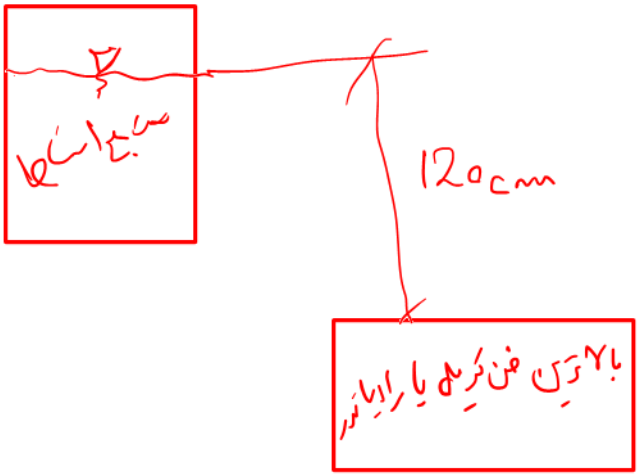
$U=\frac{q}{\Delta T}=\frac{47}{(60-18)}$

$U=\frac{1}{R}$

$\Leftarrow R=\frac{t}{\lambda}$

$t=R\times\lambda$





$V \geq 30\ m^3$

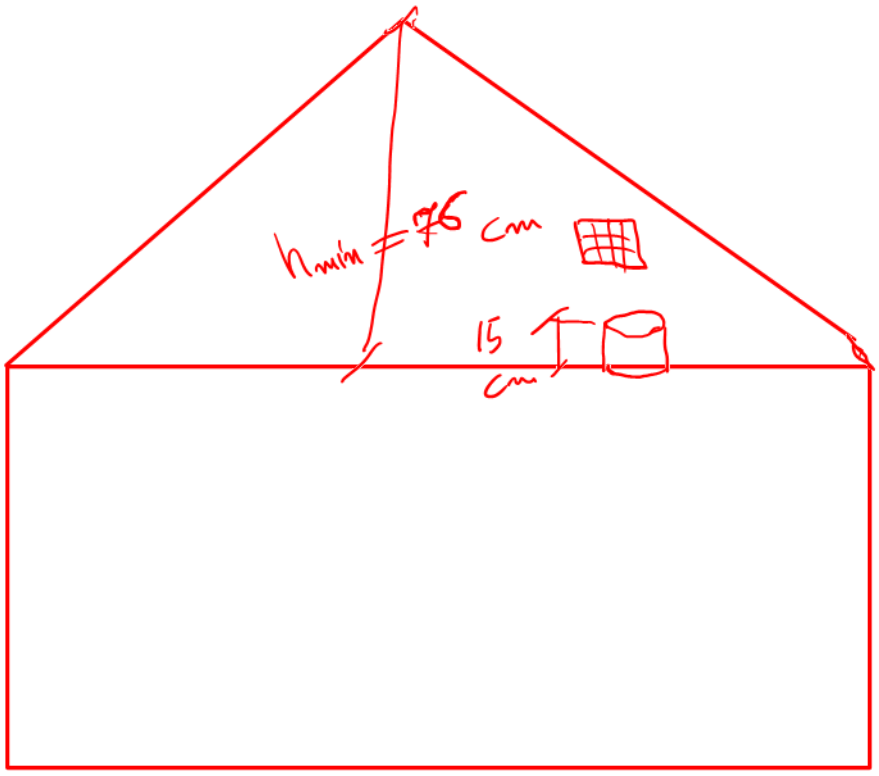
$Q = 0.21 \times 30 = 6.3\ kW$ ✓

$V \geq 100\ m^3$

$Q = 0.21 \times 100 = 21\ kW$ $\rightarrow$ $11.7 \Rightarrow$

$Q = 11.7\ kW$

$Q = \min\{11.7_g, Q_d\}$



درزبندی معمولی (بدون کنترل درزبندی) ACH>1.5 ← اگر به ازای هر 177 Kcal/hr یک مترمربع شکاف

وجود داشته باشد به اندازه کافی احتیاج به دریچه ندارد

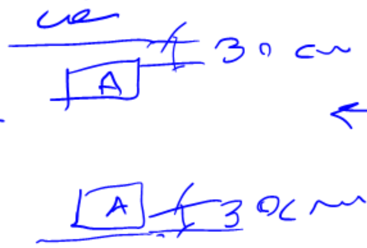
وجود نداشته باشد به اندازه شکاف ناکافی

ناکافی ← نیاز به دریچه می‌باشد
① مجاور
② بیرون

درزبندی ساختمان: دستگاه با سوخت مایع، جامد و گاز نه سوز مطابق مبحث ۱۴

درزبندی هوا (با کنترل درزبندی) ACH<0.5

درزبندی معمولی:
① دریچه به فضای مجاور



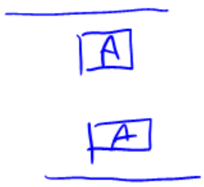
$$A = \max\left\{645\,cm^2 , \frac{Q_m}{38}\right\}$$

② تأمین از بیرون ←
۱- دریچه
۲- کانال افقی
۳- کانال قائم

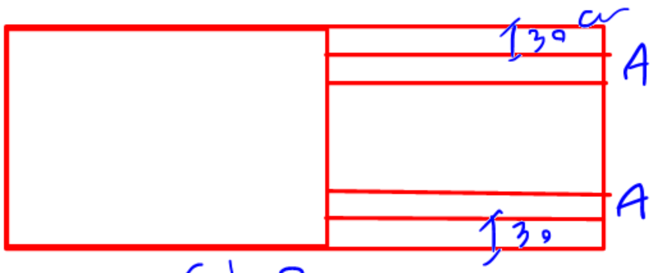
Kcal/hr

$$(cm^2)\ A = \frac{Q_m}{155}$$

۱- دریچه



۲- کانال افقی



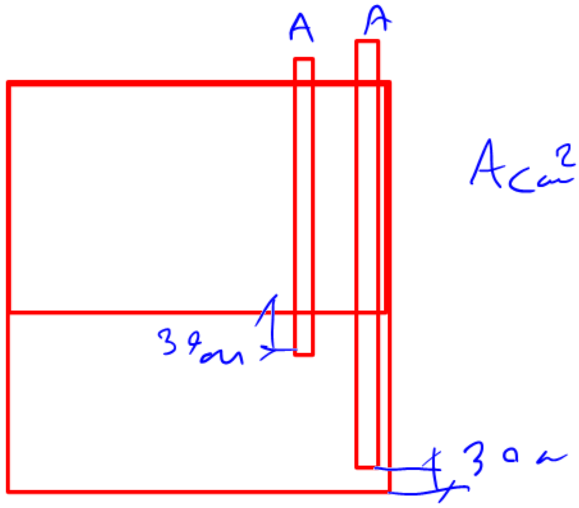
$$A = \frac{Q_m}{77}$$

مورد نیاز ، حجم واقعی

$$Q_m = (V_R - V_a) \times 177$$

مازاد

۳_ کانال قائم



$$A_{(cm^2)} = \frac{Q_m}{155}$$

(هواساز)

درز بند هوا بند:

چه حجم فضا کافی، چه حجم فضا نا کافی ← دو دهانه الزامی است ← دریچه / کانال افقی / کانال قائم

۱- دریچه

$$A = \frac{Q_t}{155}$$

۲- کانال قائم ← دو کانال مستقل

$$A = \frac{Q_t}{155}$$

۳- کانال افقی ← دو کانال مستقل

$$A = \frac{Q_t}{177}$$

مثال: واحد مسکونی به مساحت $70\ m^2$ - دو تا خواب مطابق شکل زیر تهیه هوا بعلاوه در اپن‌خانه

یکی از آنها ۹۰ متر مربع و یکی $9\ m^2$ ... $15\ m^3$ در آپارتمان W

$$\begin{cases} WH = 1 \times 2.5\ m^3/m \\ 3 \times H = 3 \times 0.6 = 1.8\ m \end{cases}$$

دو کانال نیز مانع + گاز

الف_ ساختمان که درز بند معمولی

ب_ ساختمان که درز بند هوابند

حل: الف - درزبند معمولی

دبی گاز مصرفی بخاری — ارزش حرارتی گاز

$$Q_h = 0.6\ m^3/h \times 10000\ \frac{Kcal}{m^3} = 6000\ Kcal/h$$

$$V_r = \frac{Q}{177} = \frac{6000}{177} = 33.89 \simeq 34\ m^3$$

$\bar{V}_a = 9\,m^2 \times 2.8 = 25.2\ m^3$

$34 > 25.2 \longrightarrow$ فضا ناکافی ← دریچه الزامی است { مجاور / بیرون

فضای مجاور:

$A = \max\left\{645, \frac{Q_m}{38}\right\}$

$V_m = 34 - 25.2 = 8.8$

$Q_m = 8.8 \times 177 = 1557.6$

$A = \max\left\{645, \frac{1557.6}{38} = 40.98\right\} = 645\ cm^2$ (30×22)

بیرون:

$A = \frac{Q_m}{155} = \frac{1557.6}{155} = 10\ cm^2$ [8×8]

$\bar{V}(m^3/h) = 2.5\ m^3/hr + 3 \times 0.6 = 4.3\ m^3/hr$

$Q_t = 4.3 \times 10000 = 43000\ kcal/hr$

مورد نیاز $V_r = \frac{43000}{177} = 243\ m^3$ $\qquad 243 > 196 \Rightarrow$ الزامی دریچه

واقعی $\bar{V}_a = 70 \times 2.8 = 196\ m^3$

$V_m = 243 - 196 = 47\ m^3$

خارج $Q_m = 47 \times 177 = 8319\ kcal/h$

$A = \frac{8319}{155} = 54\ cm^2$ ← مساحت خالص دریچه

$A' = \frac{54}{0.75} = 72 \Rightarrow (8 \times 9) \times 2$ $\qquad$ دریچه — کانال؟

فلزی ← 0.75

$A' = \frac{831}{22 \times 0.75} = 144\,cm^2$ كابل افقي

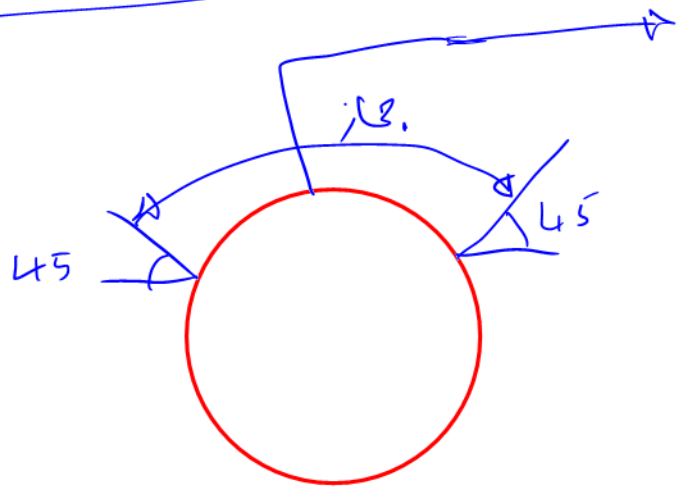
$\Rightarrow 2 \times (10 \times 15)$

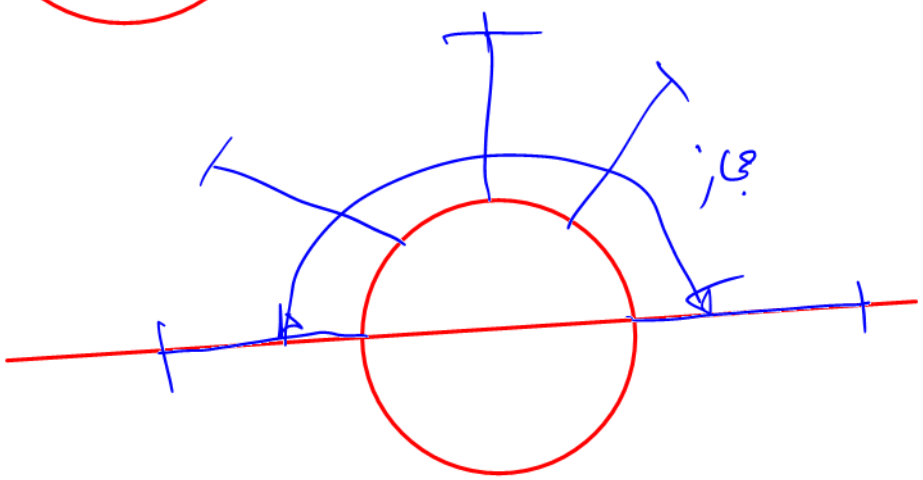
ب) درنبشها بنا:

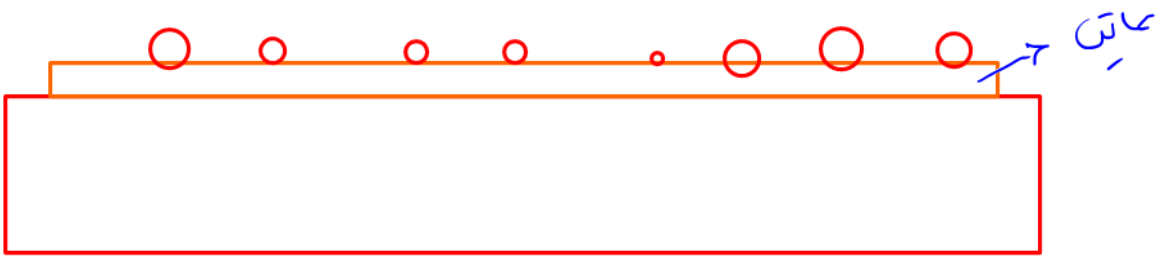
$Q_t = 431 \sim$

$A' = \frac{431 \sim}{155 \times 0.75} = 370\,cm^2$ كابل قائم بالدرجي $(20 \times 20) \times 2$

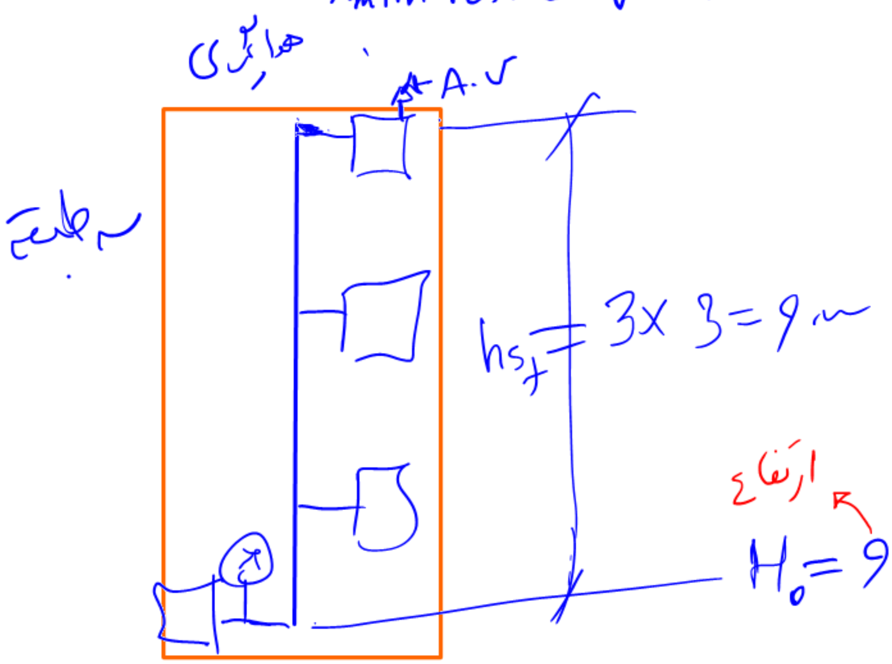
$A' = \frac{431 \sim}{22 \times 0.75} = 745\,cm^2$ كابل افقي $2 \times (30 \times 25)$







$P_{min\ test} = 7\ bar$



مثال ۱) اگر شبکه با فشار کار 6bar در پایین‌ترین طبقه باشد مطلوبست
محاسبه فشار تست؟

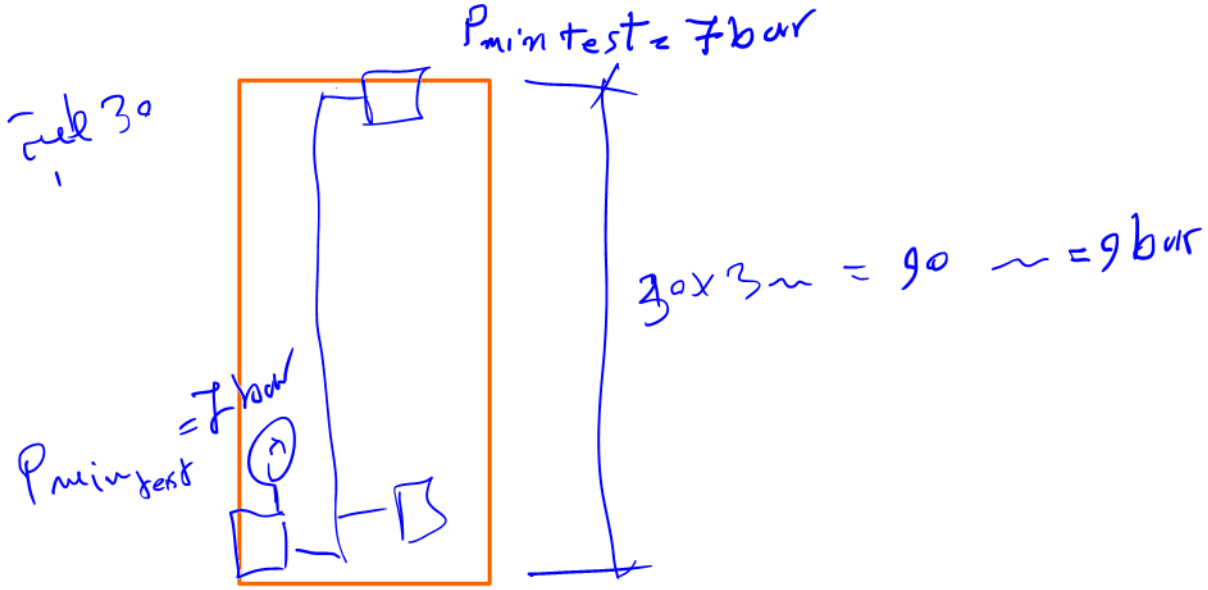
$P_0 = 6\ bar$ در پایین طبقه

$P_{Test_1} = 1.5 \times 6 = 9\ bar$

$H_{st} = 3 \times 3 = 9\ m \Rightarrow P_{st} = 0.9\ bar$

پایین‌ترین نقطه $P_{test_2} = 7\ bar + 0.9\ bar = 7.9\ bar$

$P_{test} = \max\{7.9\ bar,\ 9\ bar\} = 9\ bar$



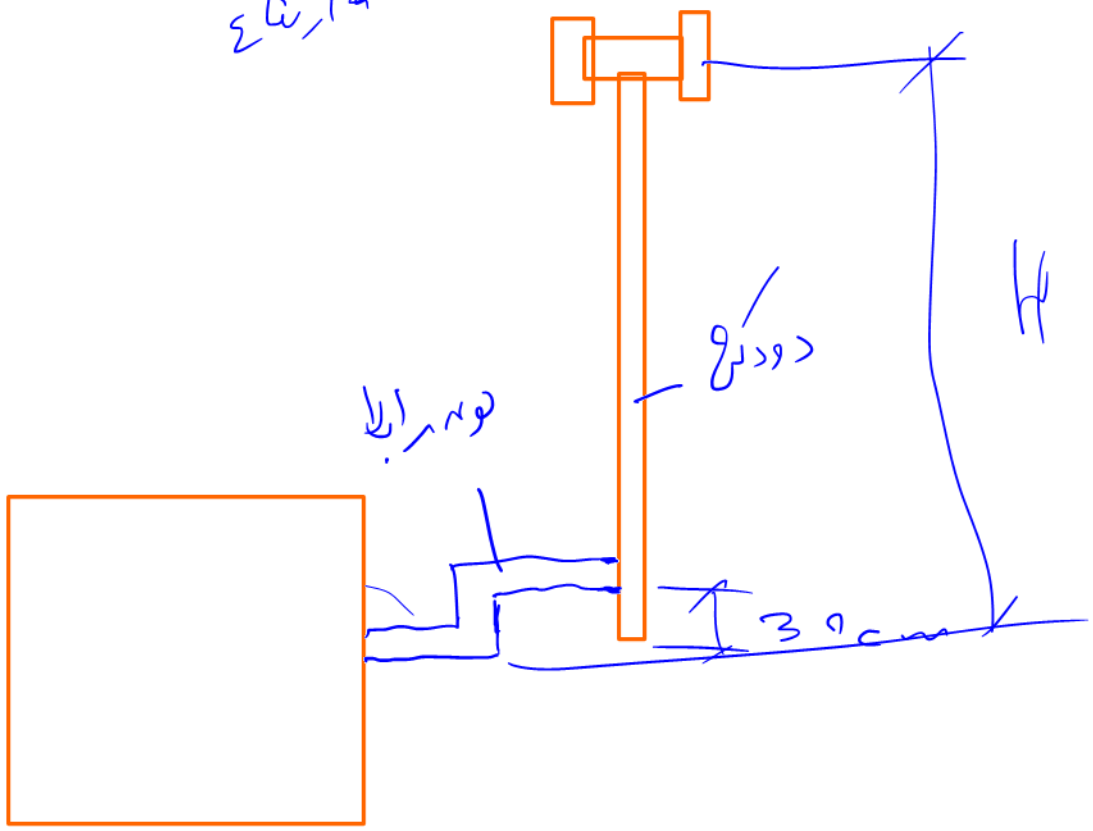
$P_0 = 6\ bar$ ...

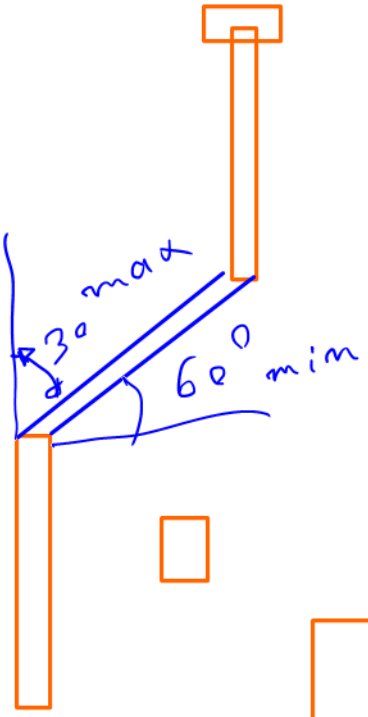
$P_{Test_1} = 1.5 \times 6 = 9\ bar$

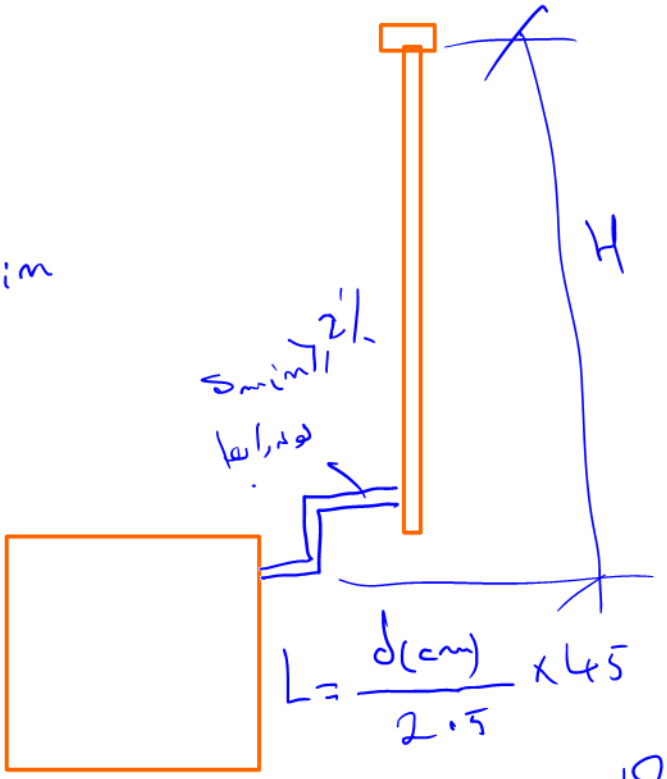
$H_{st} = 3 \times 30 = 90m \Rightarrow P_{st} = 9\ bar$

$P_{test_2} = 7\ bar + 9\ bar = 16\ bar$

$P_{Test_p} = \{16 \& 9\} = 16\ bar$

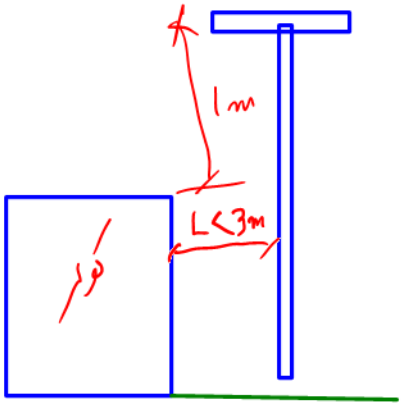




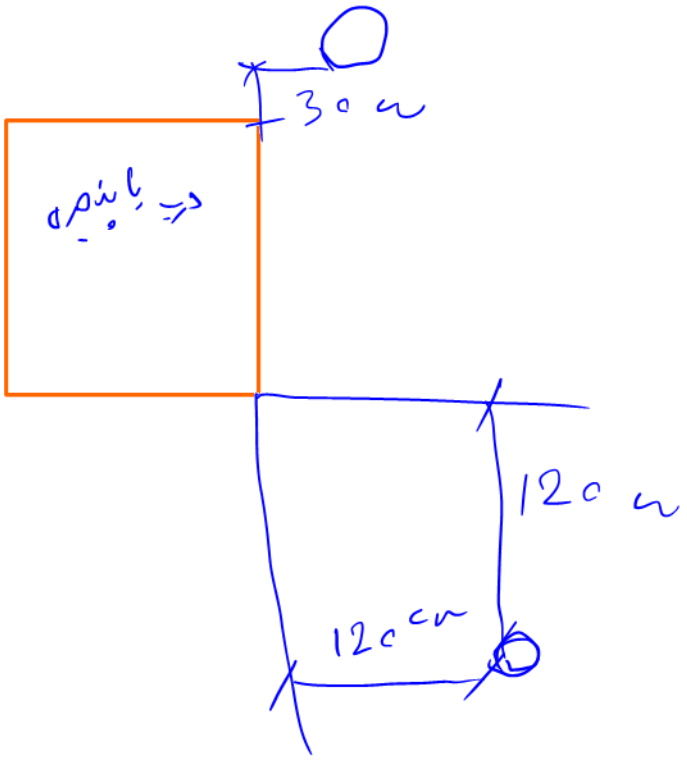


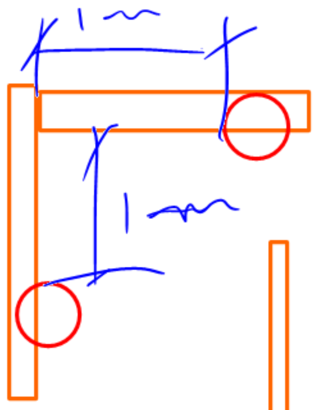
$$L = \frac{d(cm)}{2.5} \times 45$$

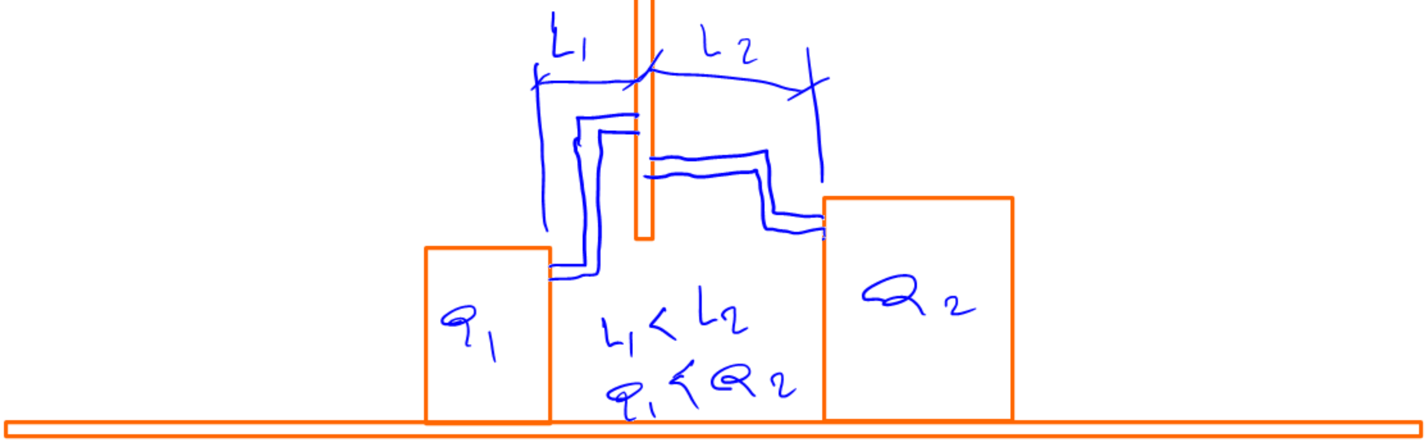
$$\text{مثال } L = \frac{10}{2.5} \times 45 = 189 \text{ cm}$$

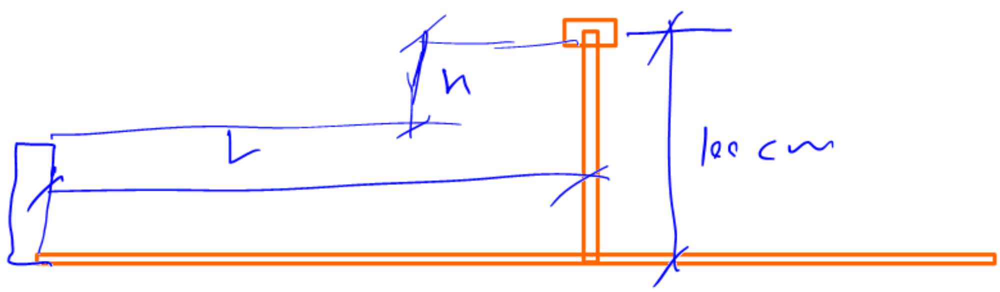


$$L_{max} = \min \left\{ 0.75 H \; ; \; \frac{d(cm)}{2.5} \times 45 \right\}$$



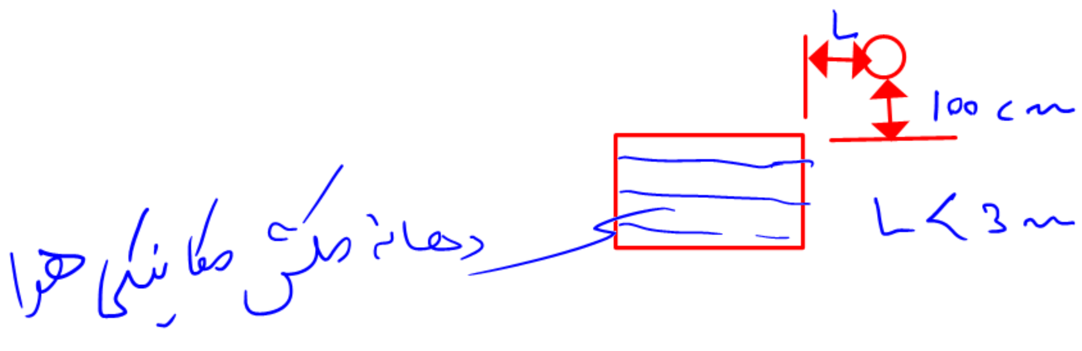


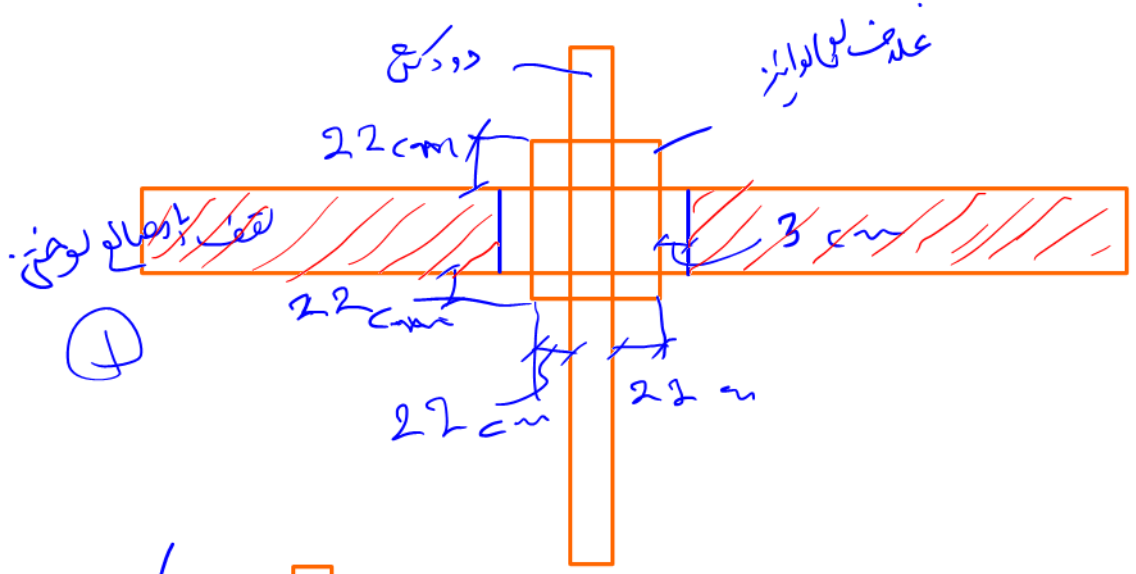


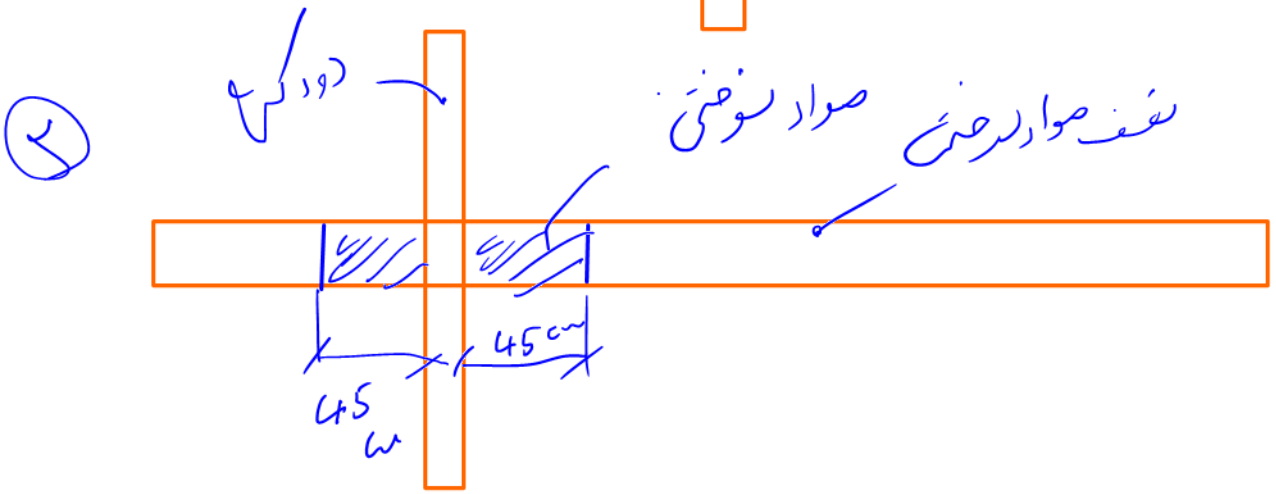


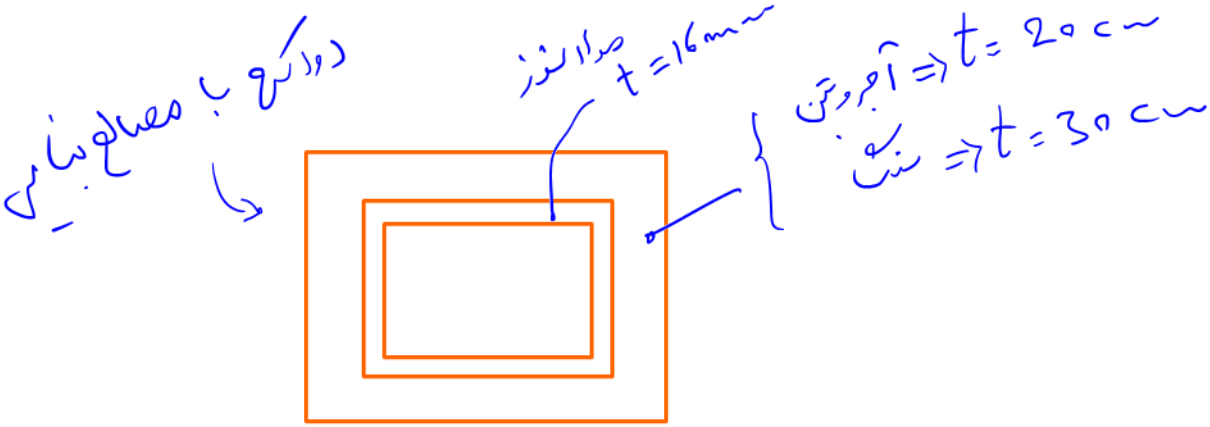
اگر $L > 3\,m \Rightarrow$ کانال زیرزمین

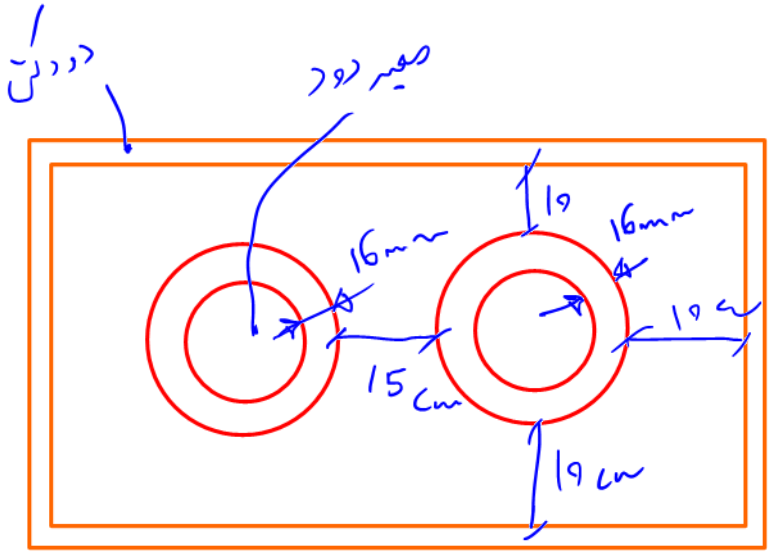
$L < 3\,m \rightarrow h \geq 60\,cm$

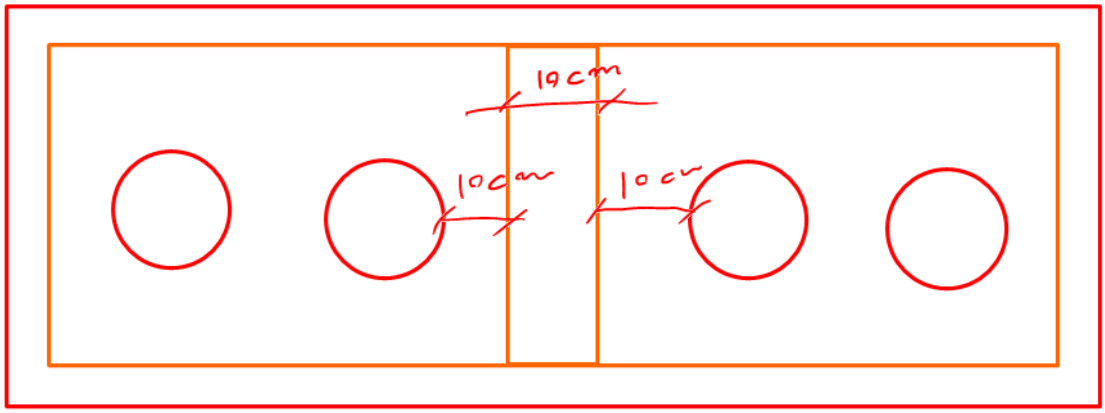


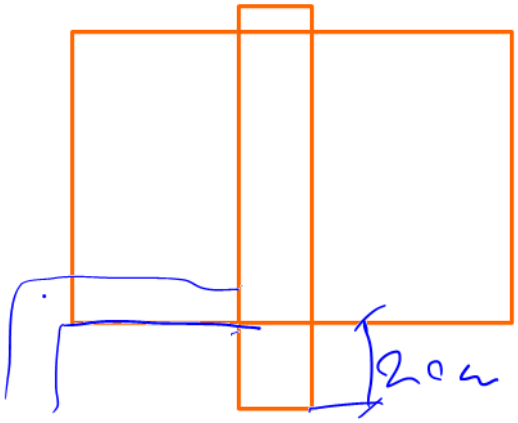

22cm
22cm
22cm
3 cm

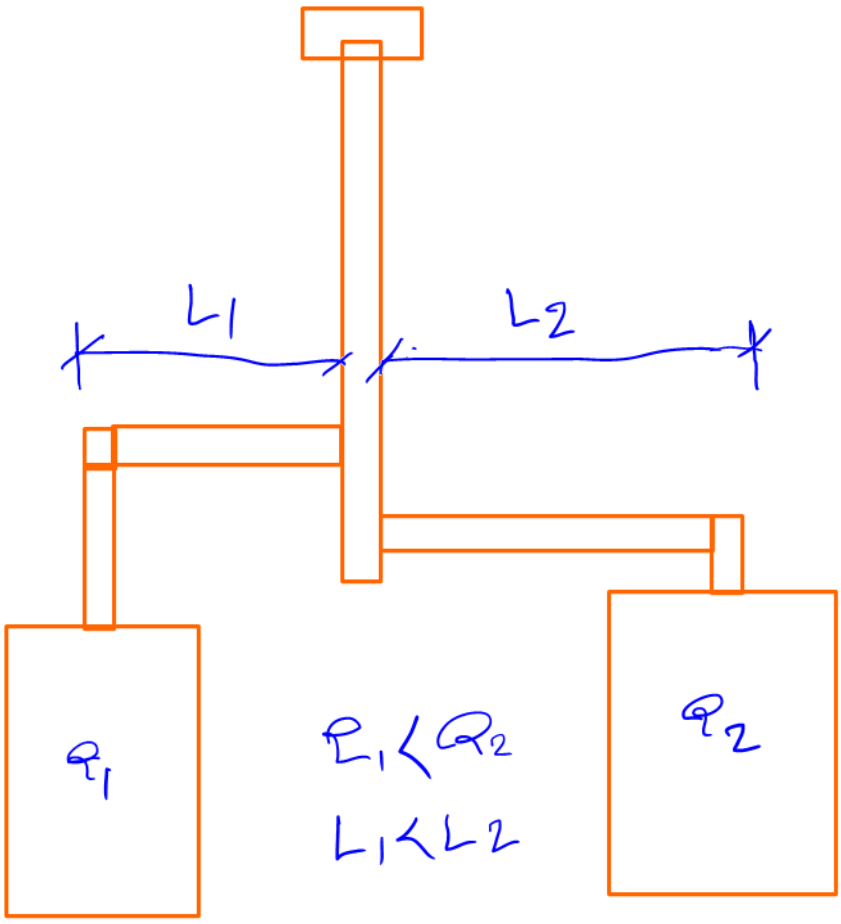

45cm
45 cm

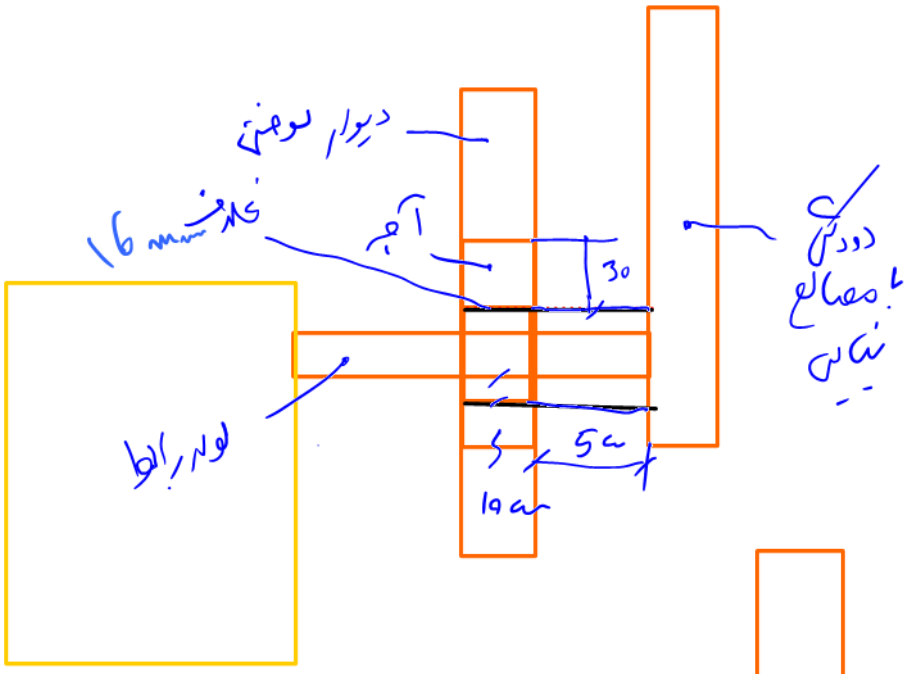

t = 16mm
t = 20 cm
t = 30 cm

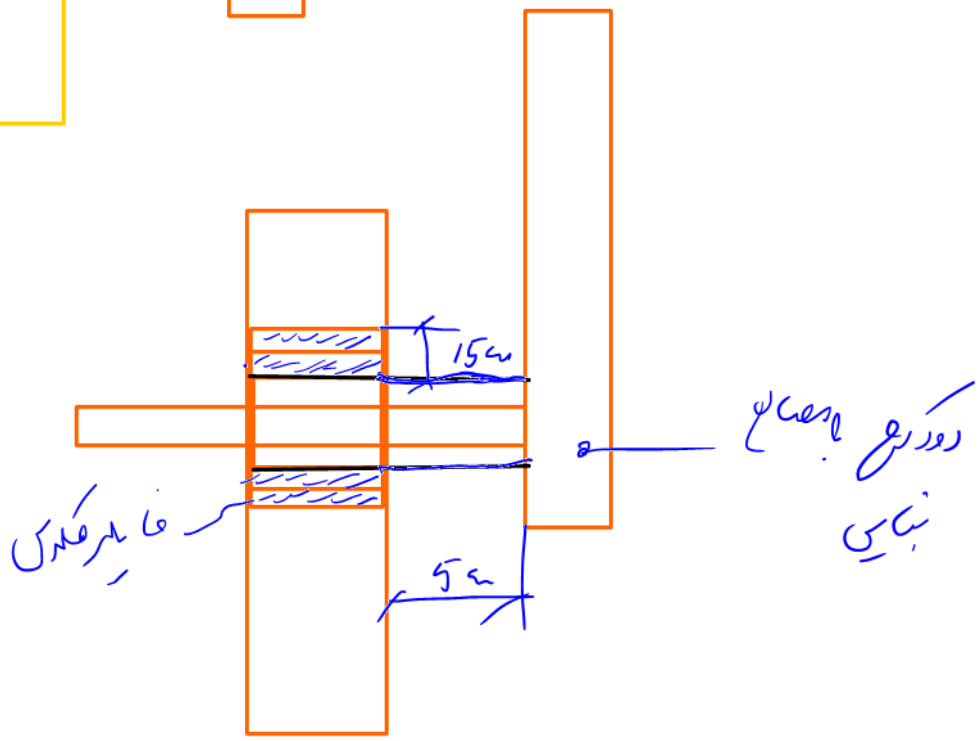

16mm
15 cm
19 cm
19 cm

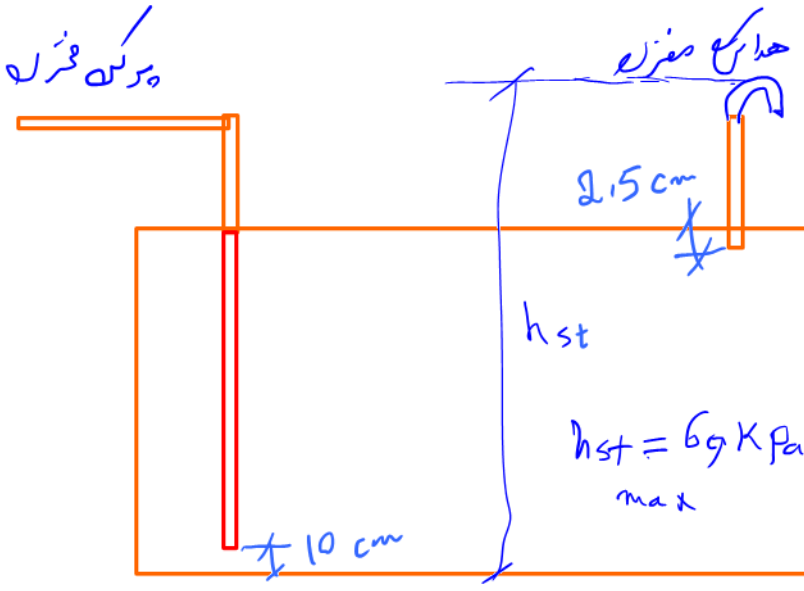

10cm
10cm
10cm


20cm


L1
L2
Q1
Q2
Q1 < Q2
L1 < L2



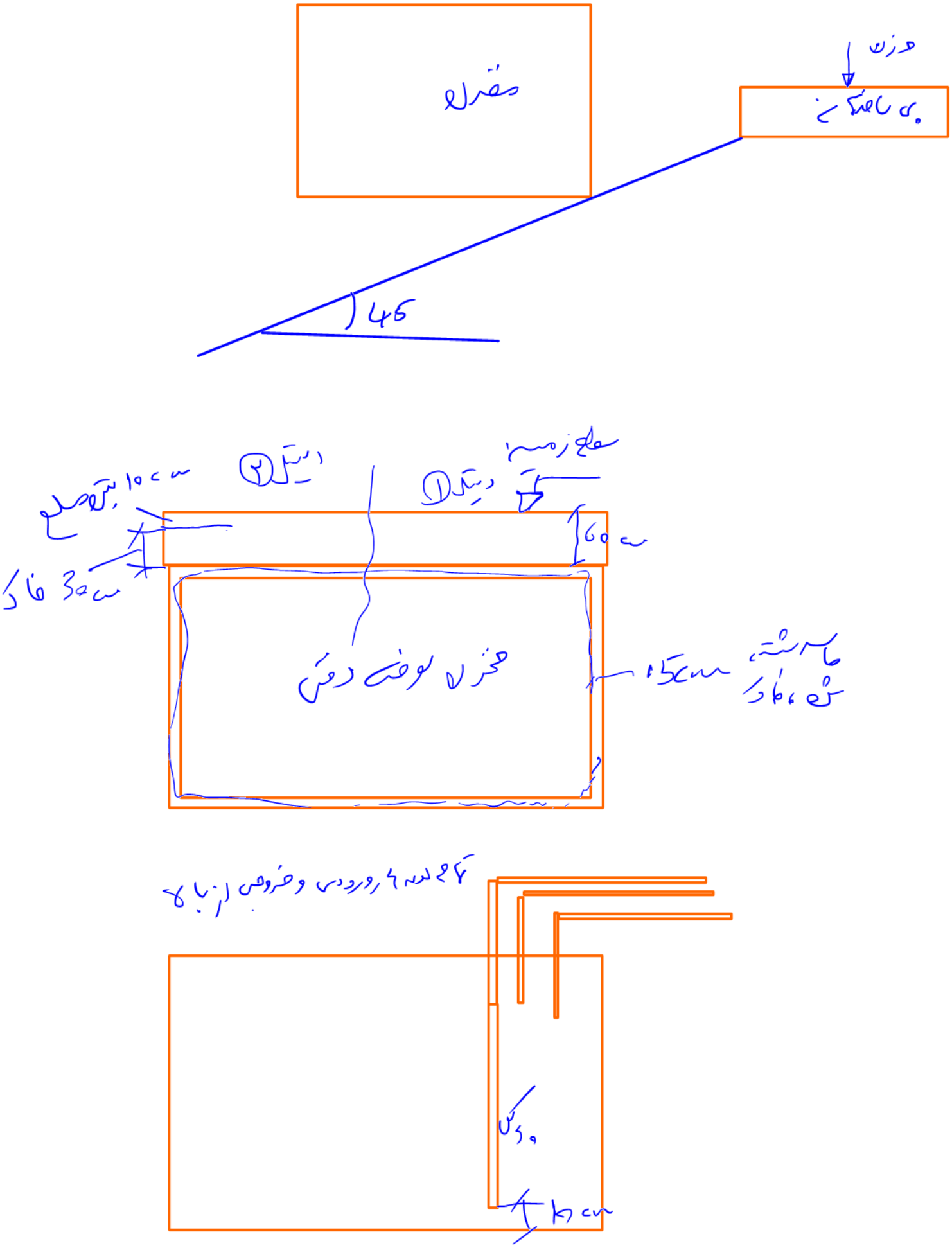


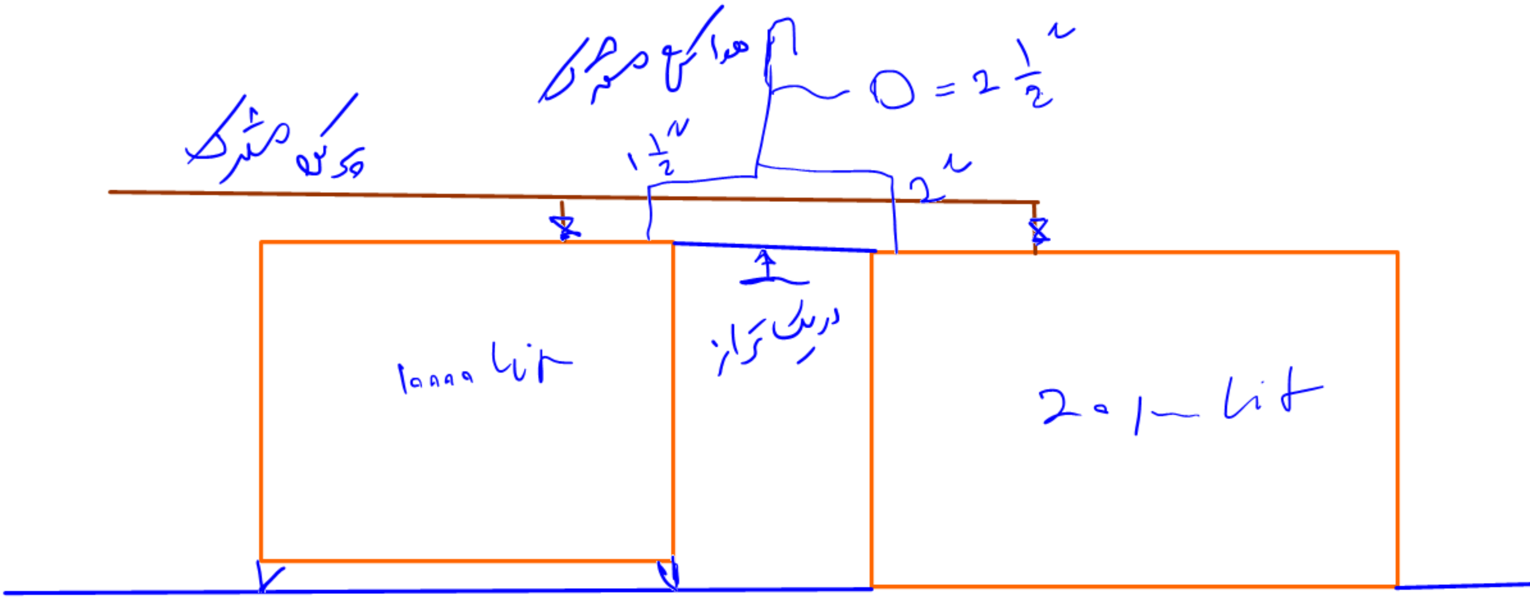


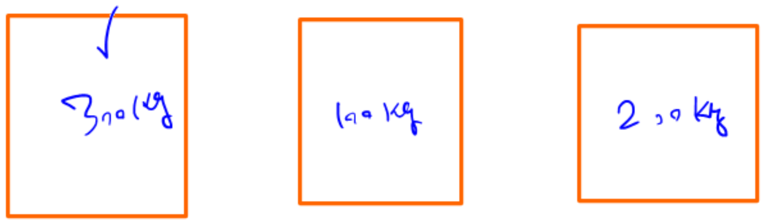
$1 m H_2O = 10 KPa$

$h_{st} = 69 KPa = 10 psi = 6.9 m H_2O$

max


مخزن
45





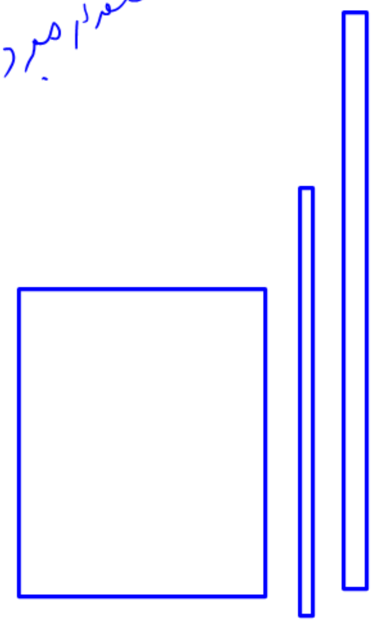
$$A = 0.138\sqrt{G\,(kg)} = 0.138\sqrt{300}$$

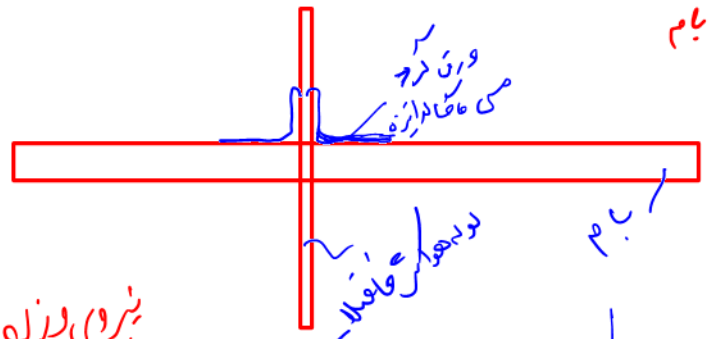
سطح باتم — m²

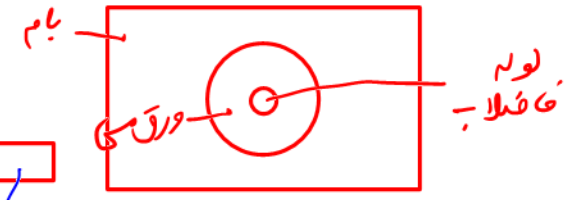
مقدار مصرف روزانه ساختمان

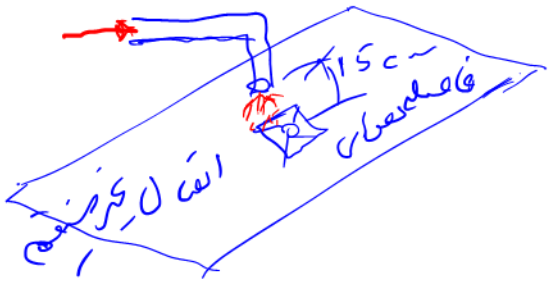
فولادی		PPL PVC	
1/2	16	20	2
3/4	20	25	2.5
1	25	32	3
1 1/4	32	40	4
1 1/2	40	50	5
2	50	63	6
2 1/2	63	80	7
3	75	110	8
3 1/2	90		
4	100	125	10

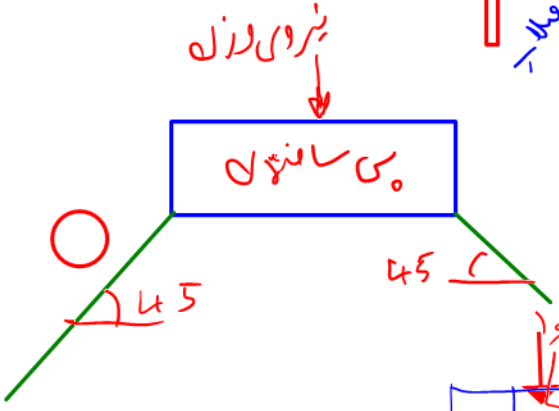
5 → 125 →
6 → 160
8 → 200
10 → 250

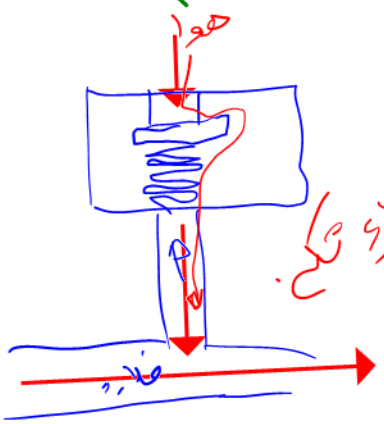


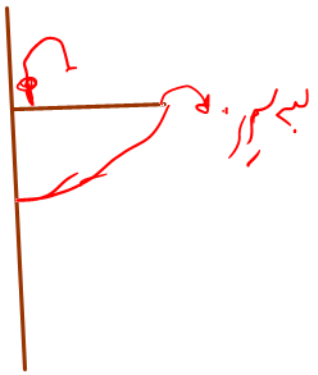




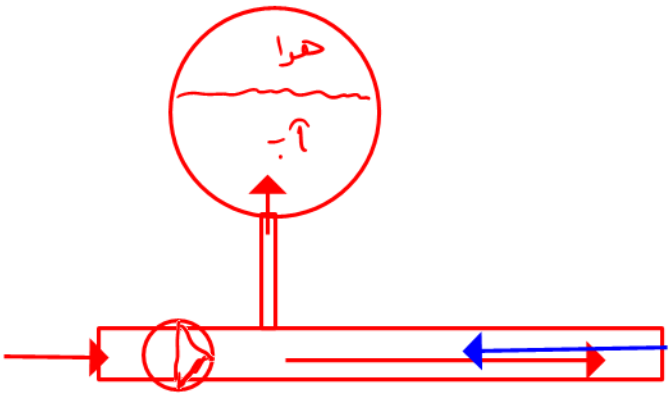


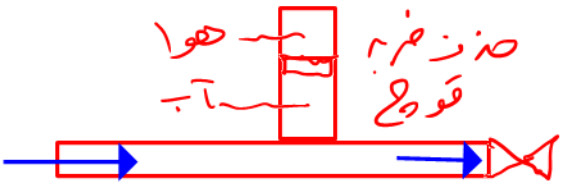


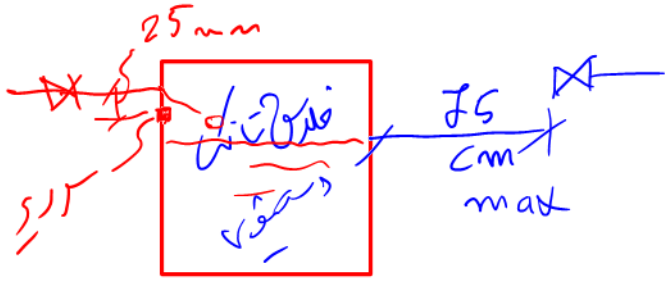


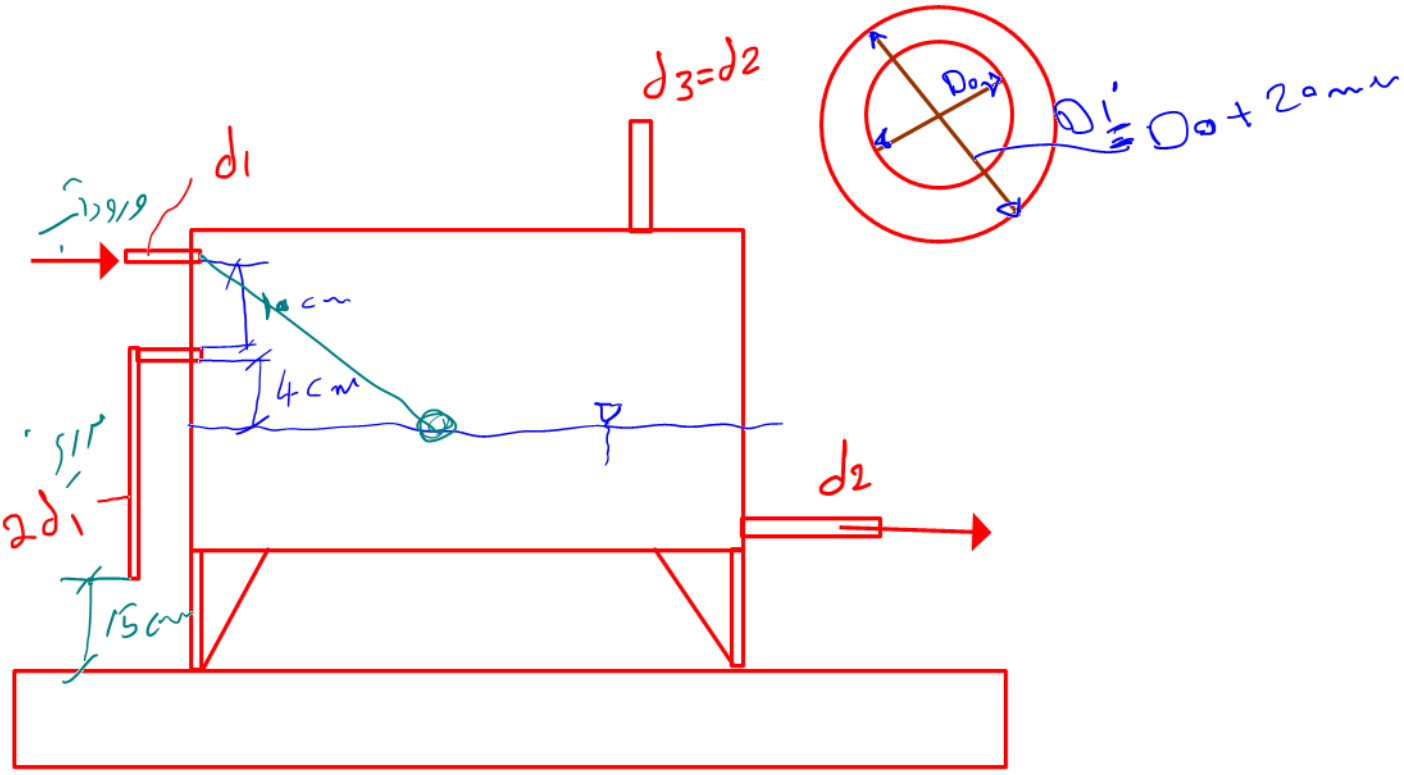


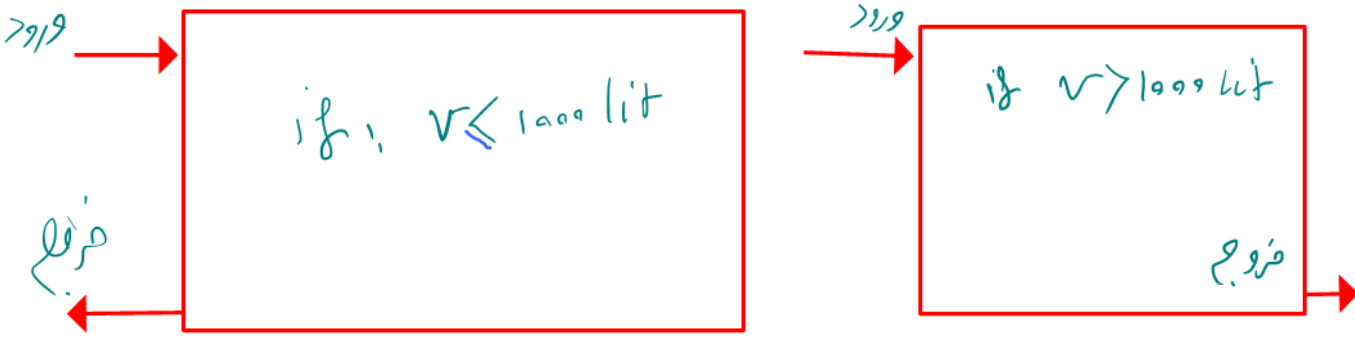
اندازه فرکدی	پلی پروپیلن PP	پیچ لاک Pex	شناسه رابط ایزار
1/2" (16)	20	16	2
3/4" (20)	25	20	2.5
1" (25)	32	25	3
1 1/4" (32)	40	32	4
1 1/2" (40)	50	40	5
2" (50)	63	50	6
2 1/2" (63)	75	63	7
3" (75)	90	75	8
4" (90)	110	90	10



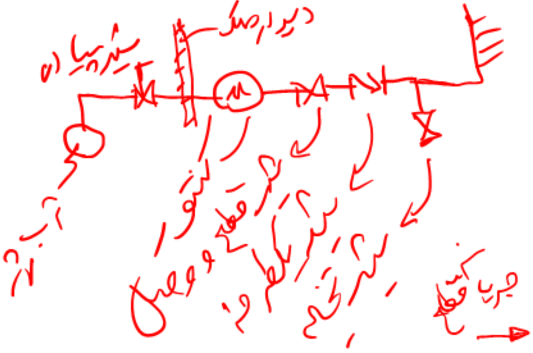


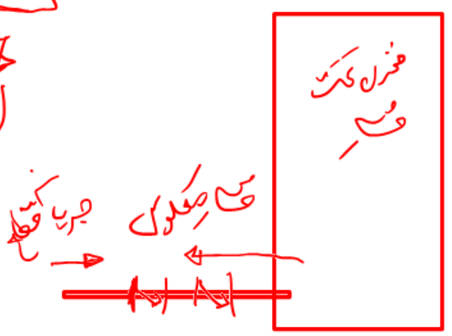


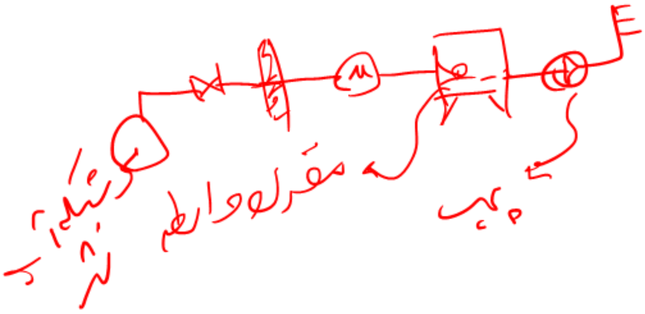


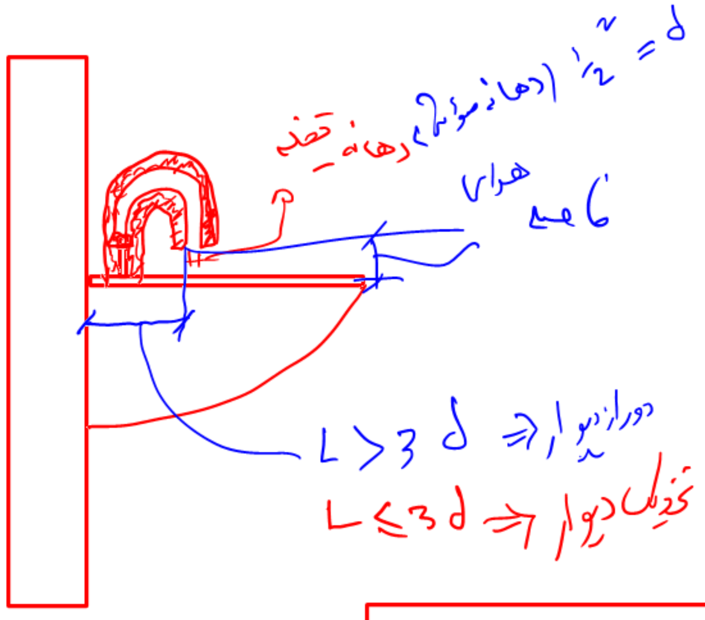


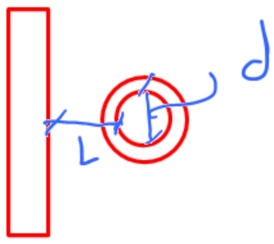
if V > 4000 lit ⇒ صداعل دو کا مغزل الزامی

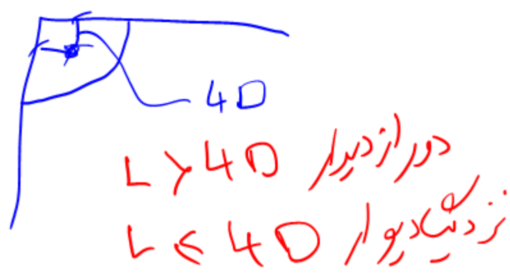

دیوار صلب
کنتور
شیر قطع و وصل
شیر تخلیه

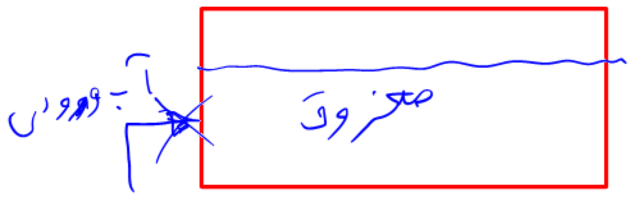

جریان قطع

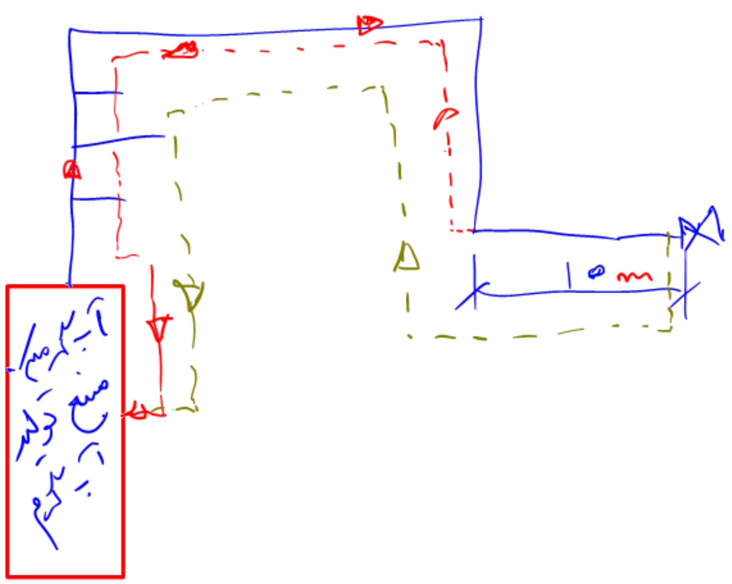

پمپ

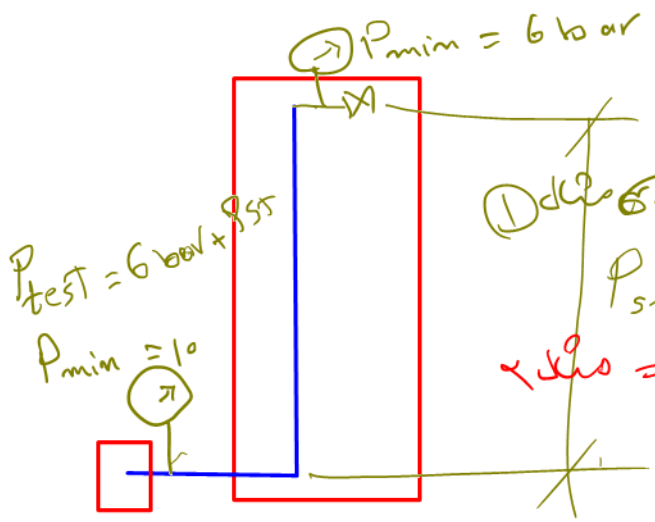

دهانه تخلیه
$\frac{1}{2}'' = d$
هوا
L > 3d ⇒ دور از دیوار
L ≤ 3d ⇒ نزدیک دیوار

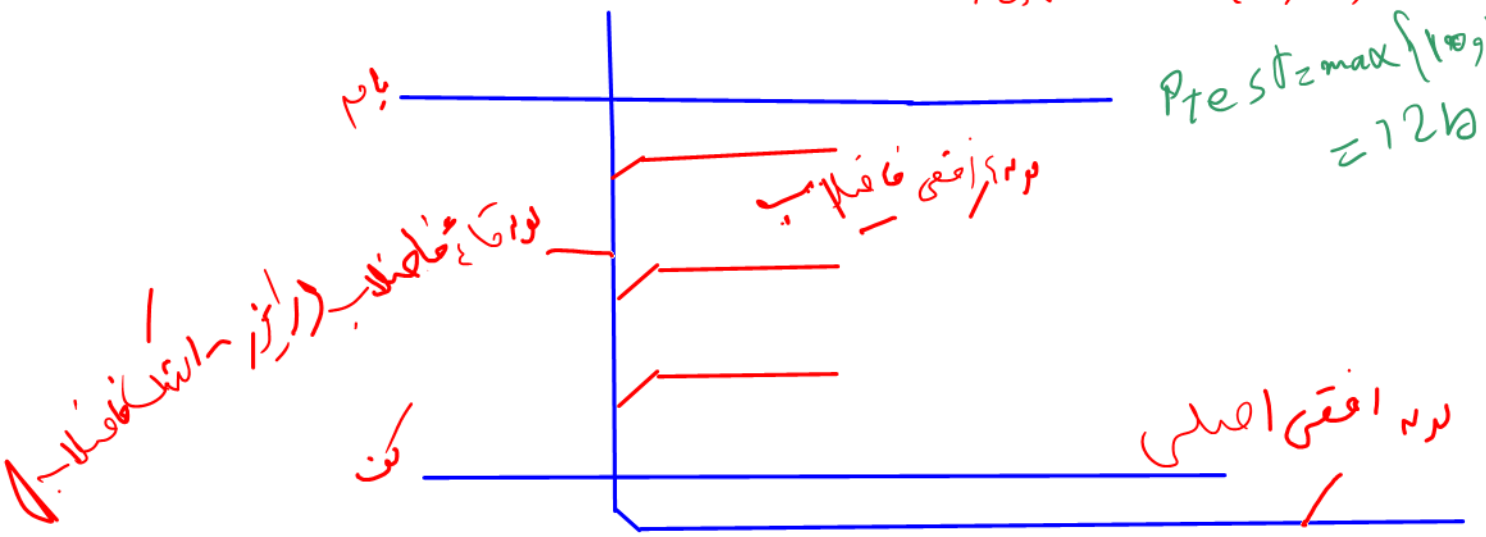

d
L

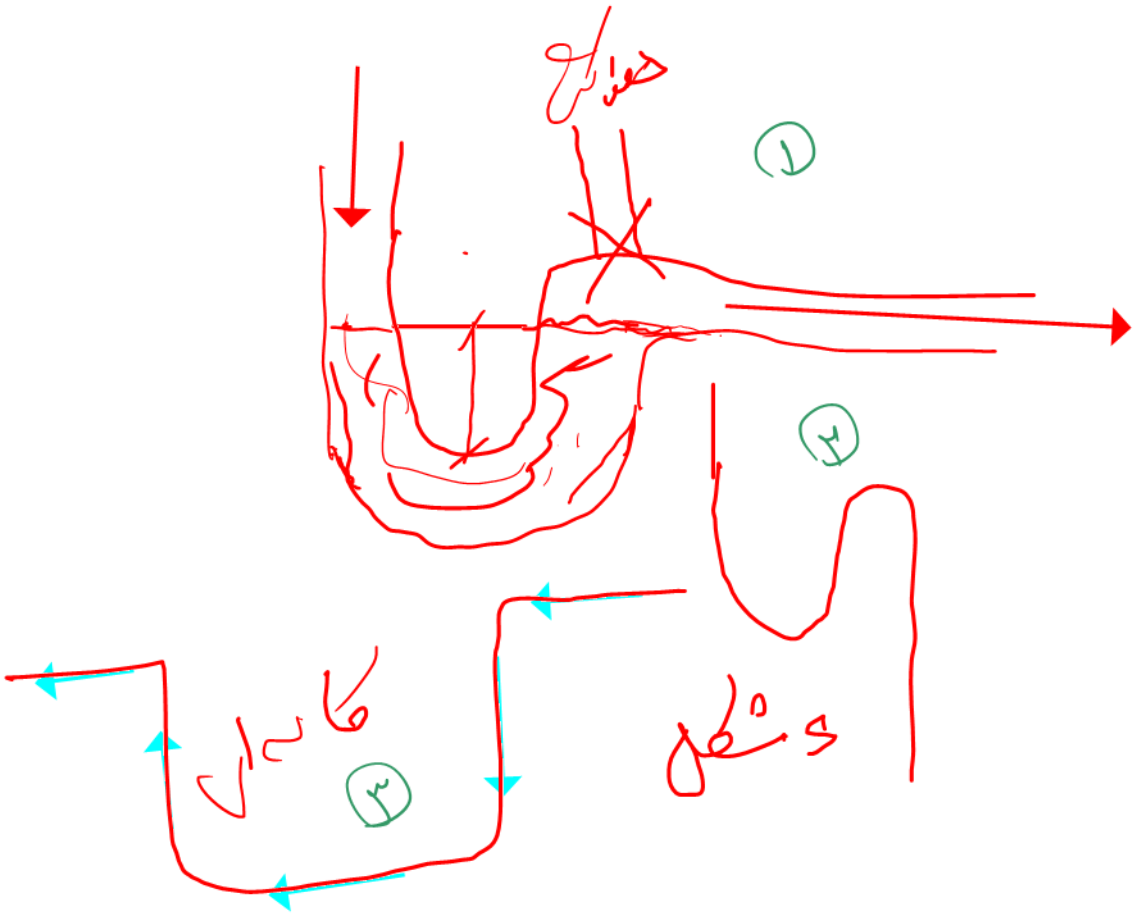

4D
L > 4D دور از دیوار
L ≤ 4D نزدیک دیوار

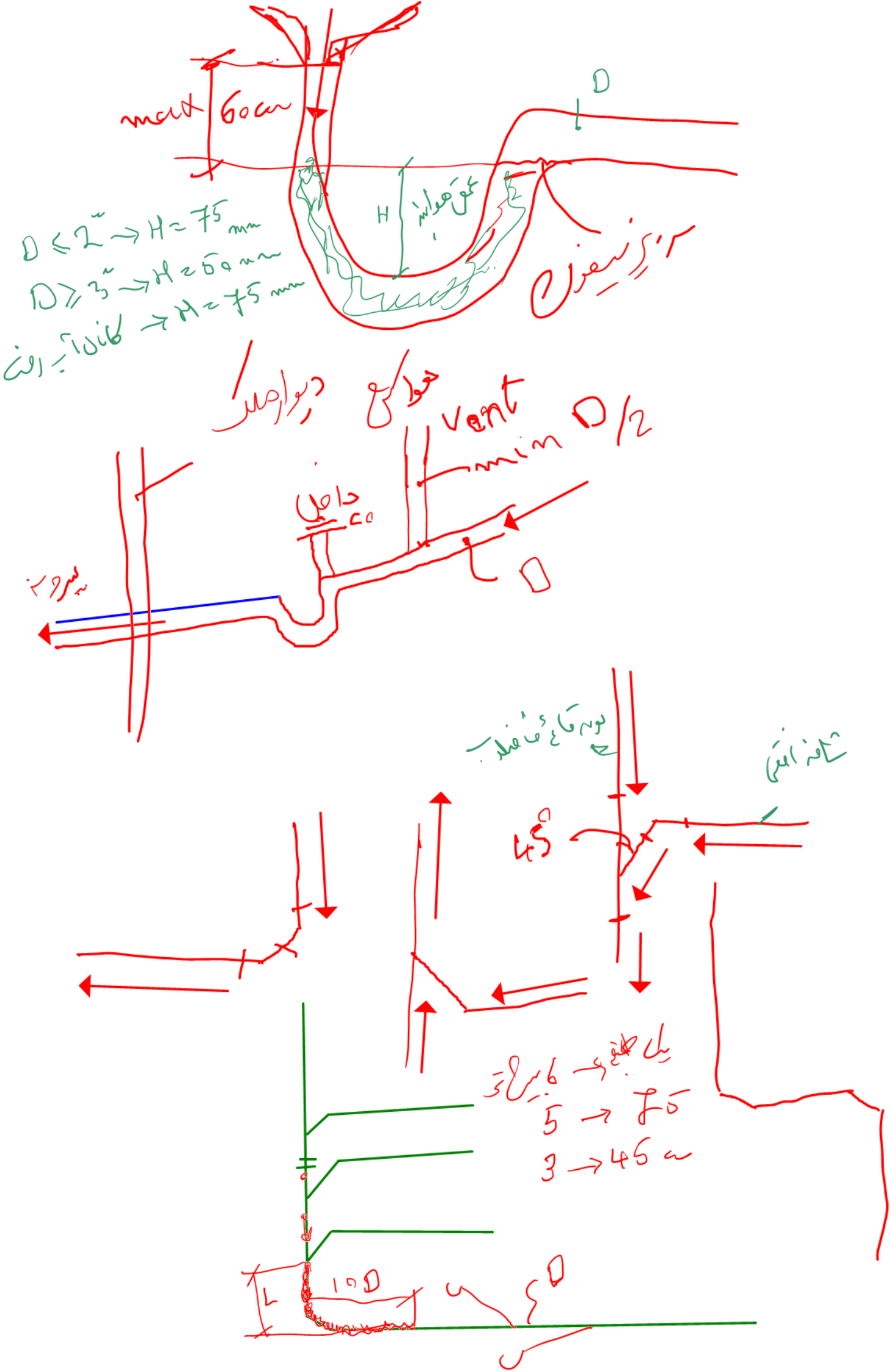

مخزن

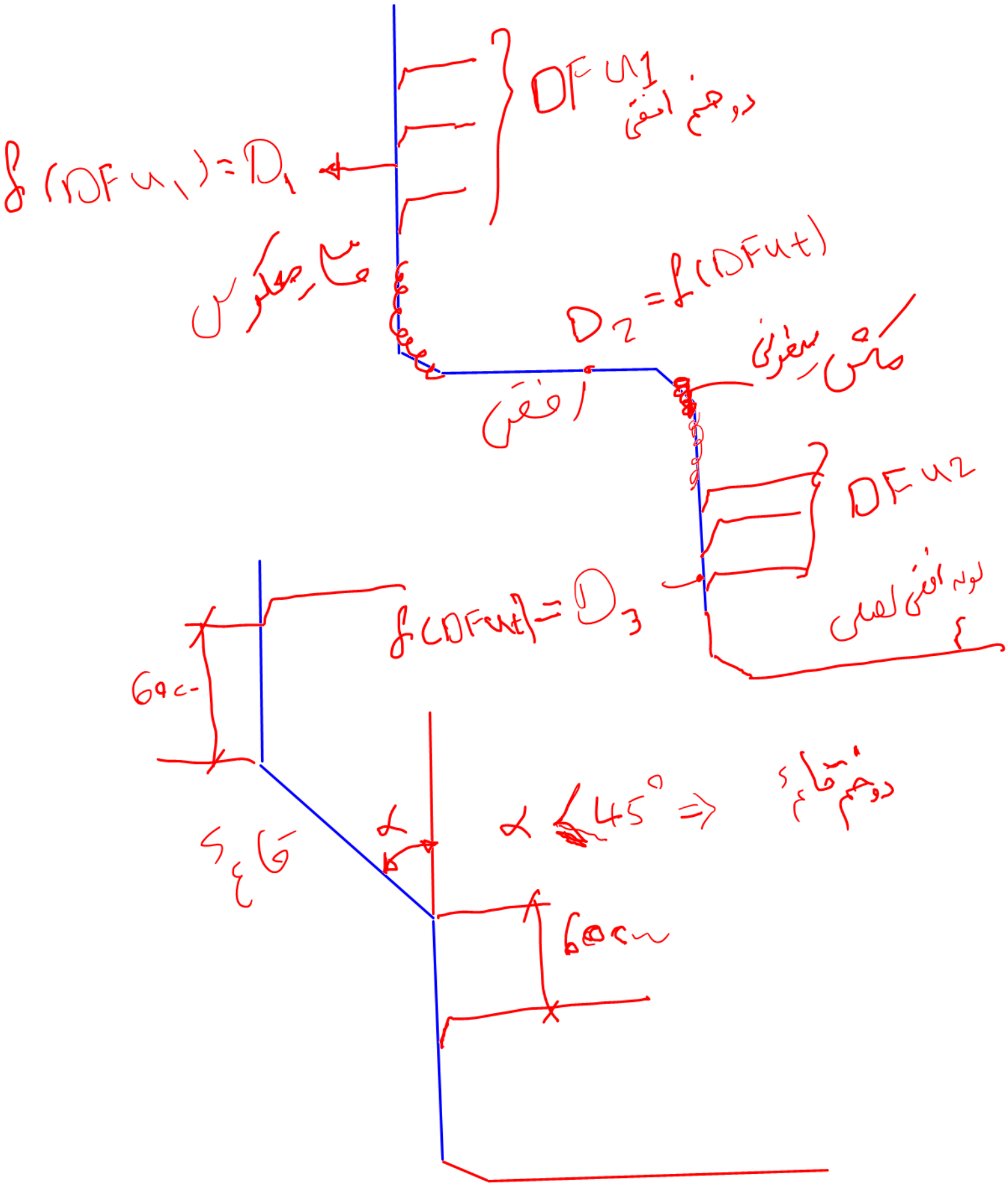

10 m

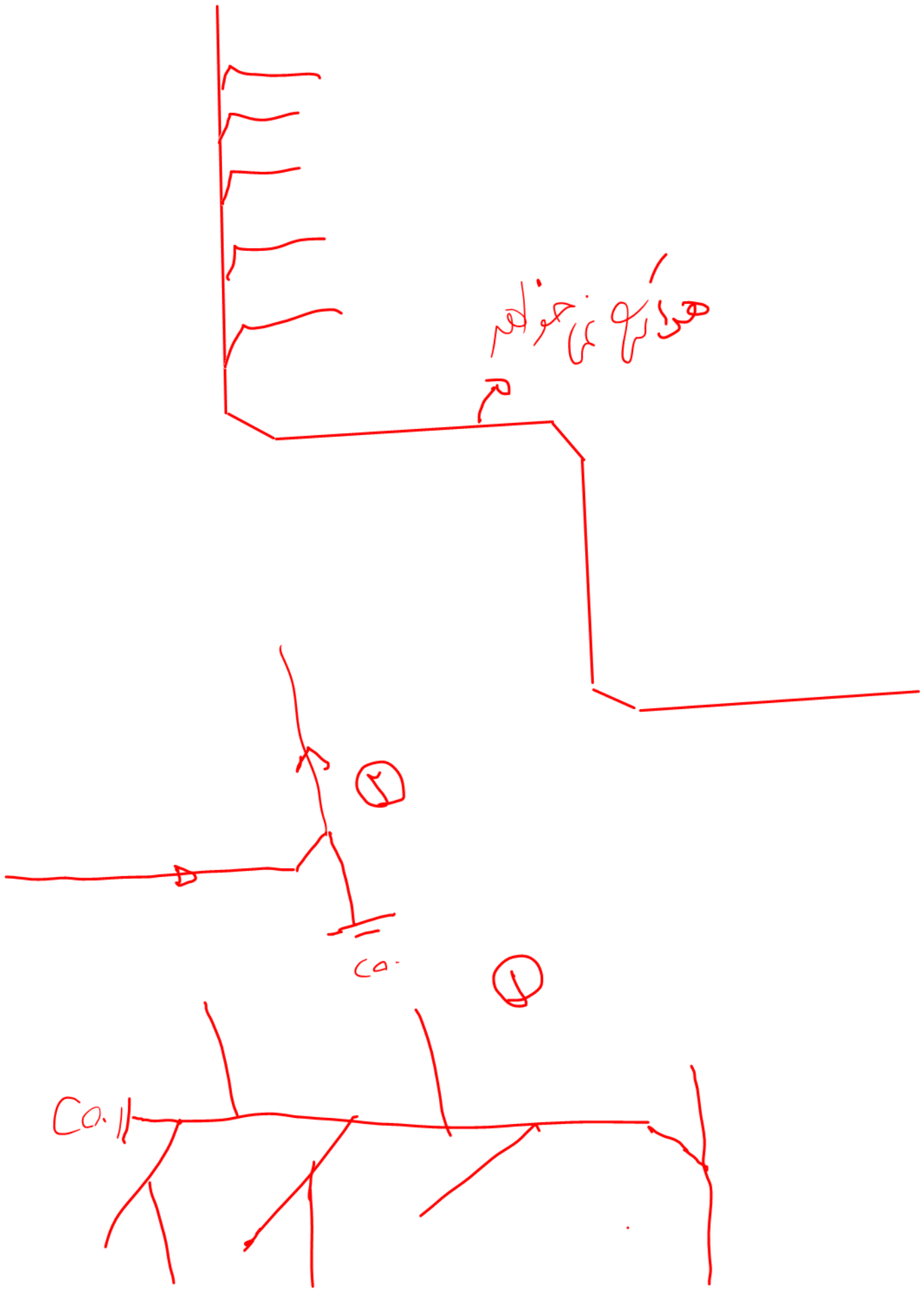

$P_{min} = 6$ bar
$P_{test} = 6$ bar + فشار ثابت
$P_{min} = 10$
P_{st}
$P = 2$ bar + 6 bar
$= 8$ bar
$P_{test} = 6 + 6$
$= 12$ bar
$P_{test} = \max\{10, 8\} = 10$ bar
$P_{test} = \max\{10, 12\}$
$= 12$ bar

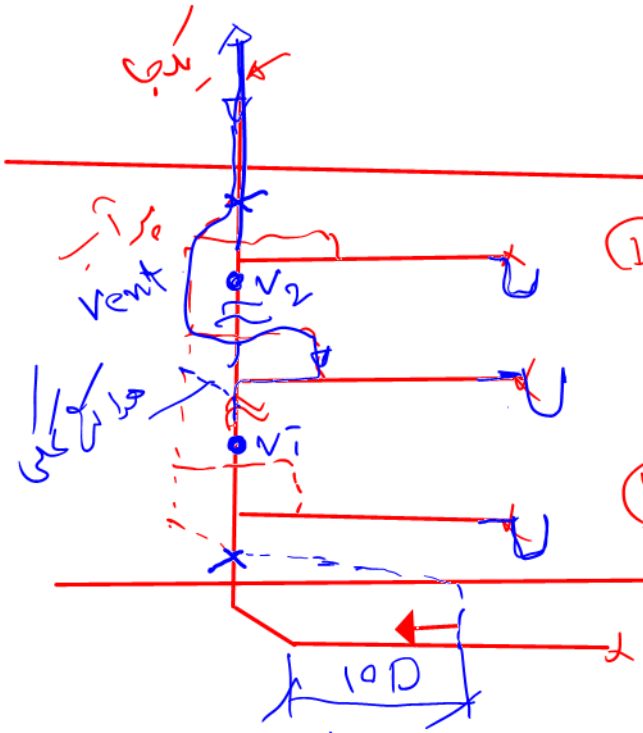

بام
کف


①
②
③


60cm min
D
H
عمق هوابند
D ≤ 2" → H = 75 mm
D ≥ 3" → H = 50 mm
کانال → H = 75 mm
Vent
min D/2
داخل
45°
10D


DFU1
دوحمام افقی
f(DFU1) = D1
شاخص عمودی
D2 = f(DFUt)
شاخص افقی
DFU2
لوله افقی اصلی
f(DFUt) = D3
60cm
شاخص
α
α ≤ 45° ⇒
دوحمام قائم
60cm


هذا لو في حولهم
٢
Co.
١
Co.



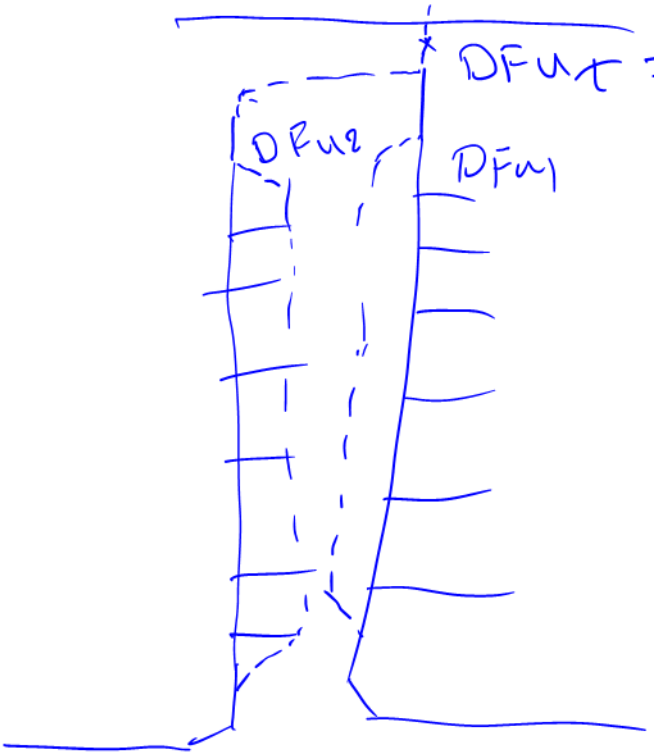
① $V_1 > V_2$ → (-) فشار داخل لوله نسبت به فشار اتمسفر ⇒ مکش سیفون

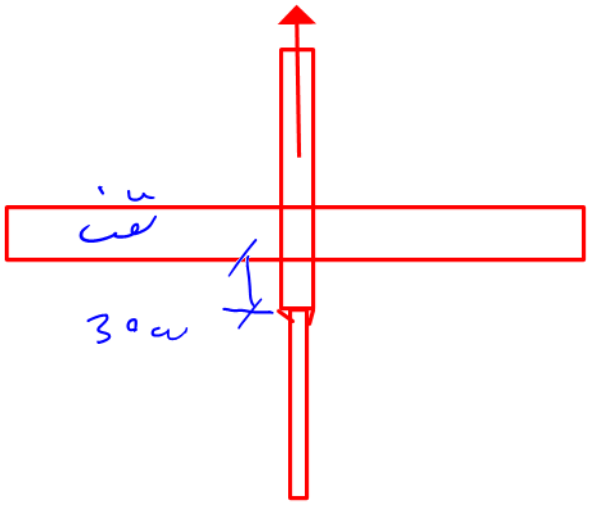
⇒ ورود هوای آلوده به داخل سیفون

② $V_1 < V_2$ → + فشار داخل لوله نسبت به فشار اتمسفر ⇒ هوای آلوده از سیفون خارج

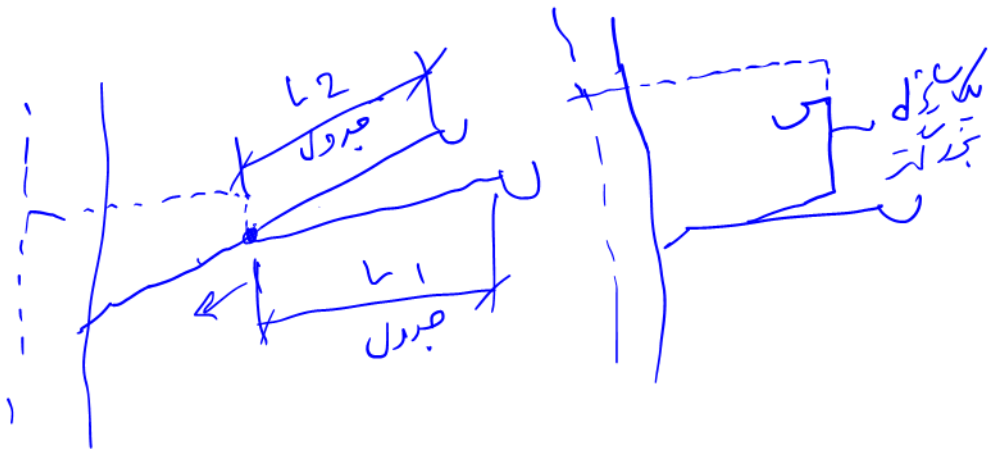
Vent ⇒

$DFU_t = Dfu_1 + Dfu_2$

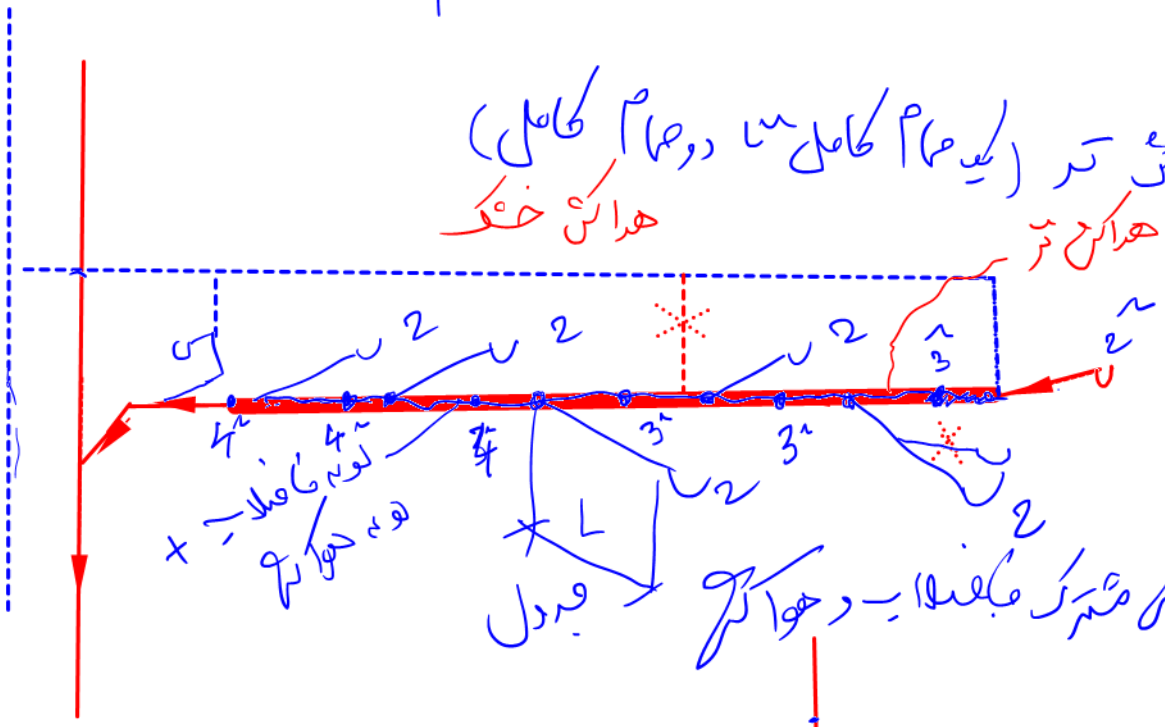




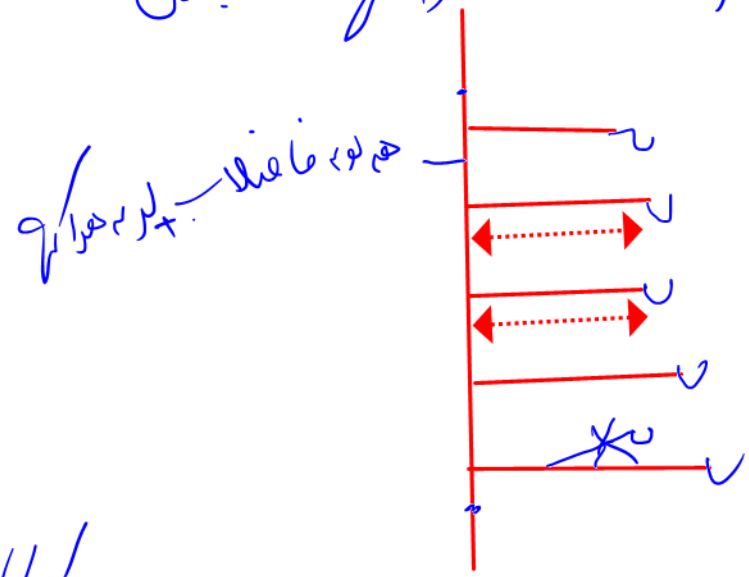
① هواکش مشترک



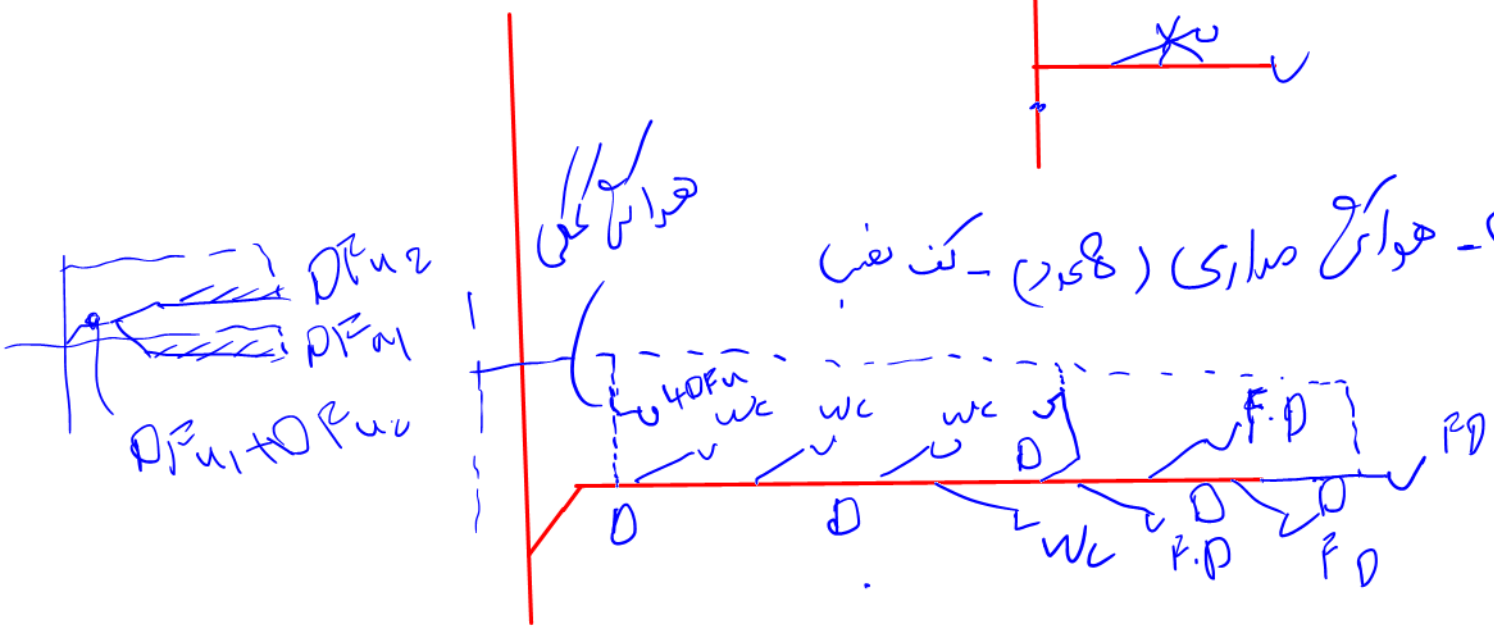
② هواکش تر (یا هم کامل یا دو هم کامل)



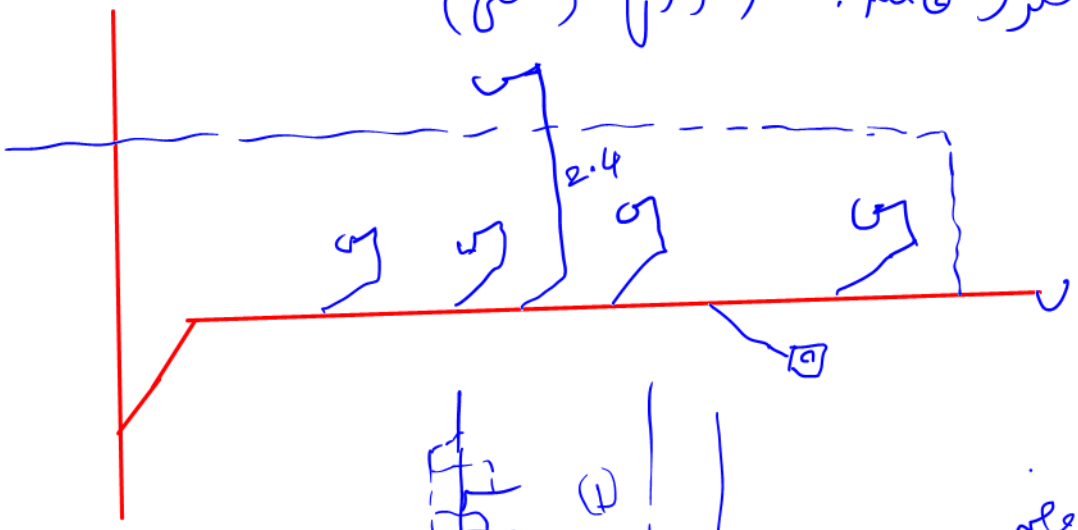
③ هواکش مشترک با فاضلاب و هواکش



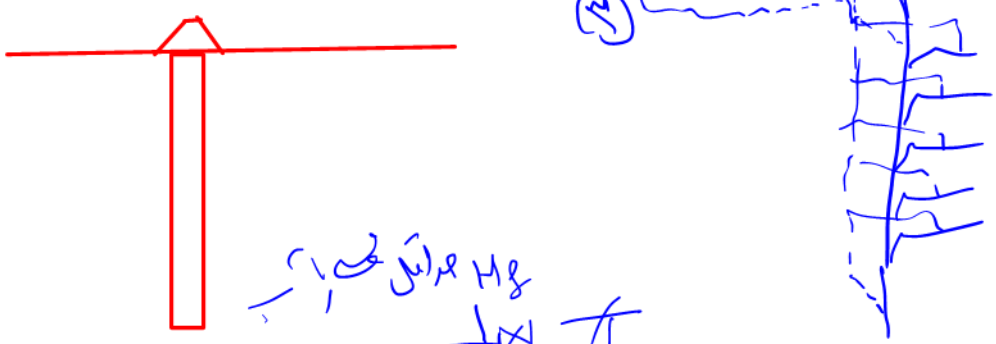
④ - هواکش صاری (هود) - کف نصب

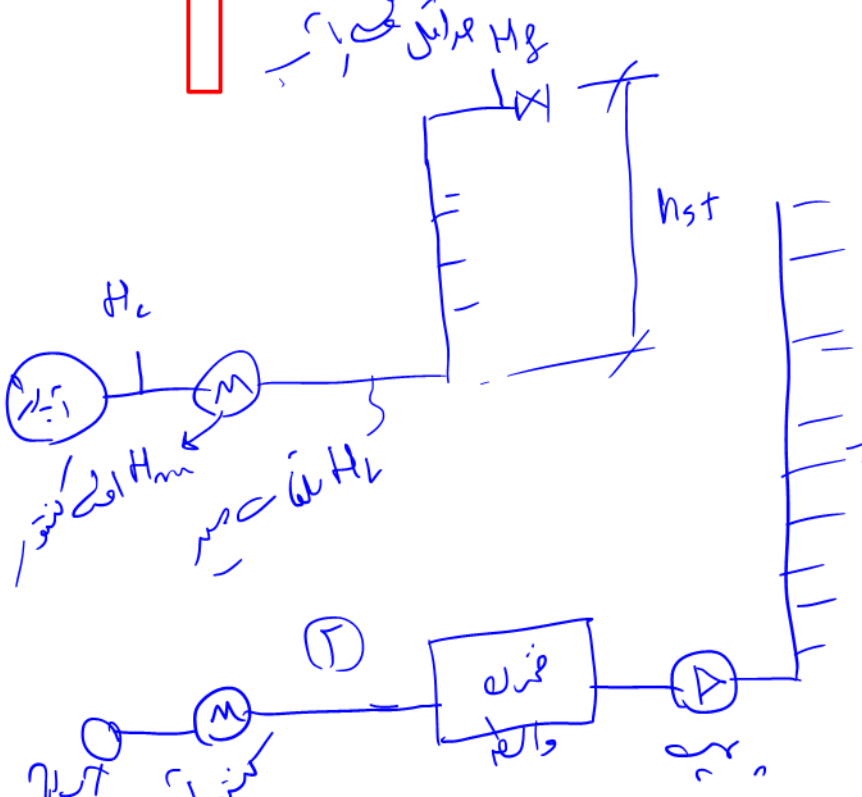


⑤ هواش مشترک فاضلاب و هوارو (افقی)



⑥ مقطع دهانه



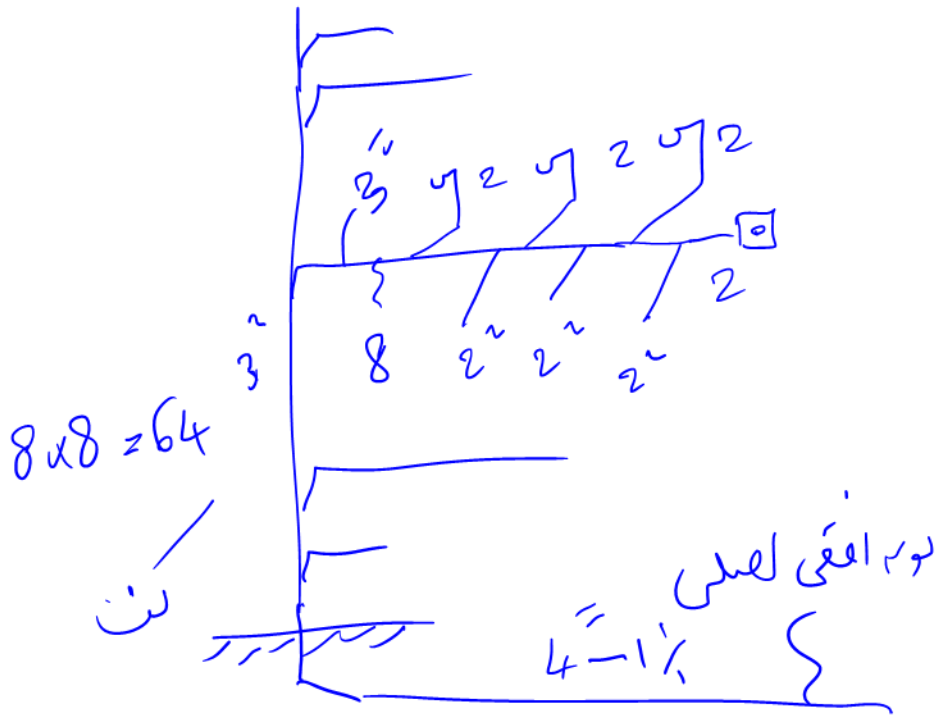


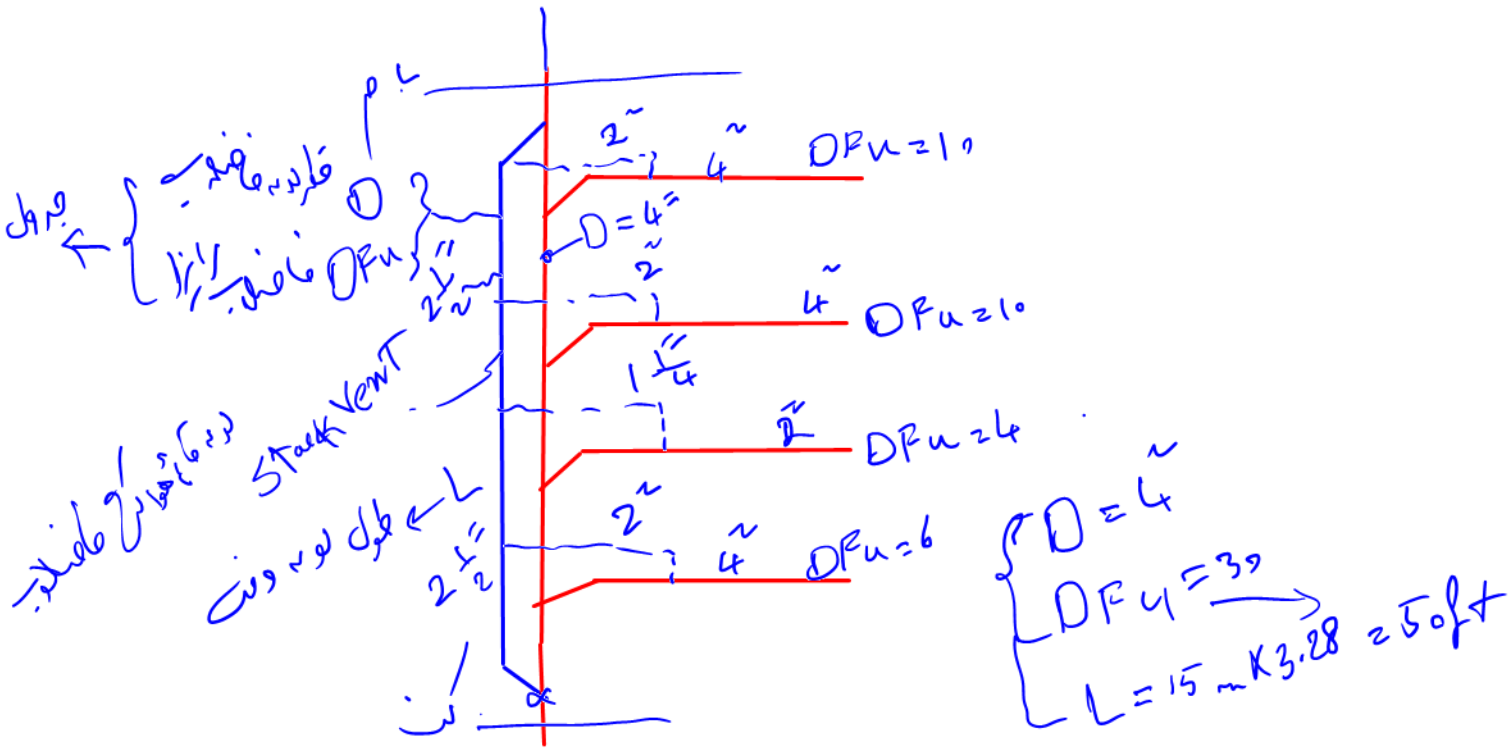
$$H_c - \{H_m + H_L + H_{st} + H_f\} = 0$$

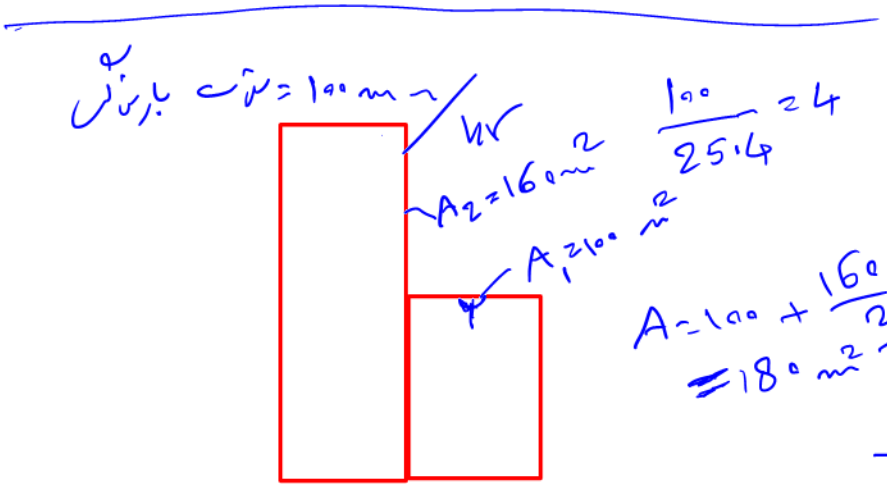
$$H_L = H_c - \{H_m + H_{st} + H_f\}$$

$$H_L = J \times L_e \Rightarrow J = \frac{H_L}{L_e}$$

$L_e = 1.5\,L$

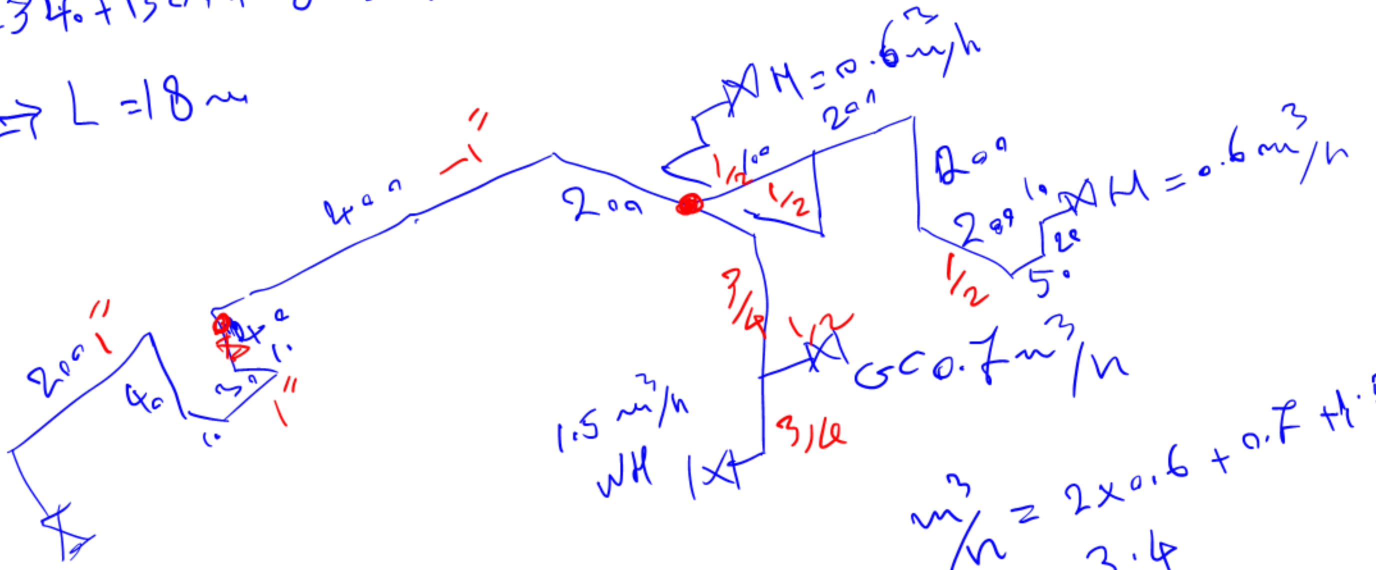

3"
2"
2"
2"
2"
8
2"
2"
2"
3"
8 x 8 = 64
لن
لوله افقی اصلی
4 — 1½"


فاضلاب خانگی
DFU
2"
4"
DFU=10
D=4"
2"
4"
DFU=10
1¼"
2"
DFU=24
2"
4"
DFU=6
2½"
Stack Vent
طول لوله ونت
D = 4"
DFU = 30
L = 15 m
3.28 = 50ft


قطر لوله بارندگی = 100 mm
4"
A2 = 160 m²
A1 = 100 m²
100 / 25.4 = 4
A = 100 + 160/2 = 180 m²
A1,2 = 18°/2 = 9° m²
D = 3
تعداد = 2

L = 340 + 1309 + 80 = 1719

⇒ L = 18 m



m³/h = 2×0.6 + 0.7 + 1.5
= 3.4
⇒ G4

حداقل استحکام کششی ← E60 1 0 → جریان و قطبیت الکترود و روش جوشکاری

0 → جوش نفوذی
3 → جوش سطحی
8 → کم هیدروژن

E ← جوشکاری قوس الکتریکی

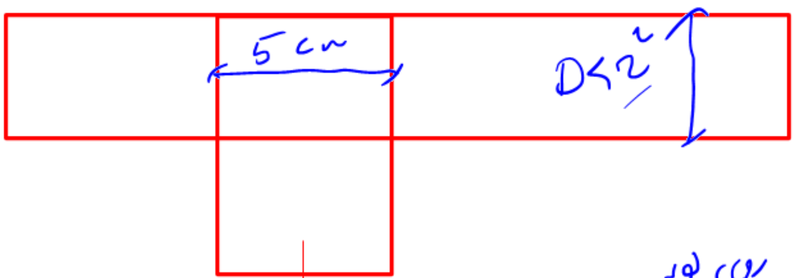
60 ← 60×1000 psi
استحکام کششی جوش

60 × 0.7 = 42 kg/mm²

60 × 7 = 420 N/mm² MPa

1 ← حالت جوشکاری

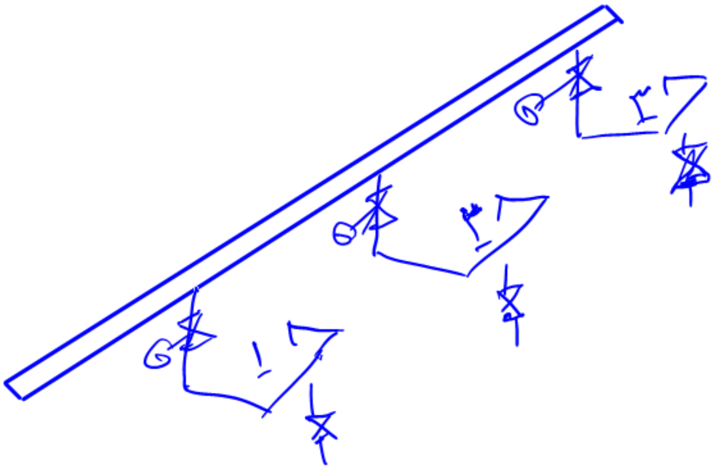
1 همه حالات
2 تخت و افقی
3 تخت

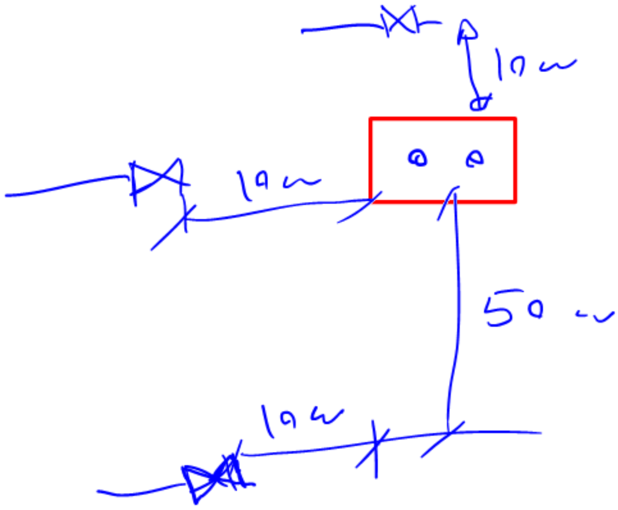


5 × 1.5 kg → روی لوله

5 × 0.5 kg → روی نوار

2.5 × 1.5 + 2.5 × 0.5 (1/2 روی لوله و 1/2 روی نوار) نوار





تأمین هوای احتراق وسایل گازسوز

- در زیرزمین معمولی ← اگر به اندازه کافی یا منافذ طبیعی فضا (Kcal/hr)
  - داشته باشد ← دریچه لازم نیست
  - نداشته باشد ← دریچه الزامی ←

$$A = \max\left\{645, \frac{Q}{38}\right\}$$

- مجاور ← دو دریچه
- به بیرون ← یک دریچه

$$A = \frac{Q}{116}$$

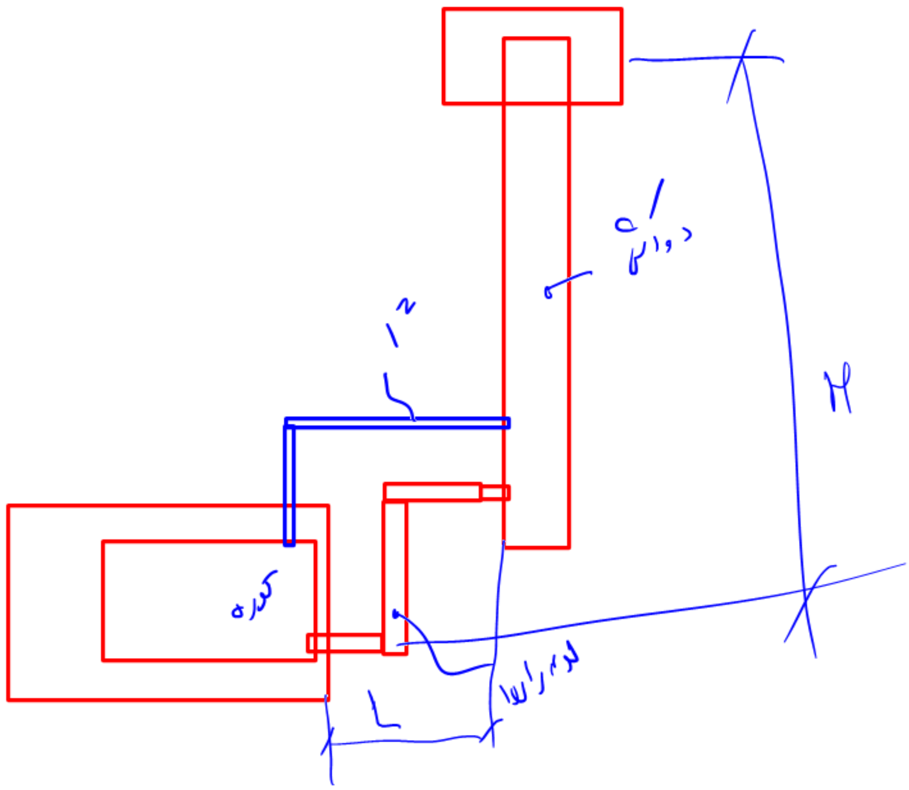
- اگر مساحت زیر $6 m^2$ و وسایل گازسوز پرمصرف داشته باشیم ← یک دریچه
  - جدول ص 65 م ۱۷
- در زیرزمین هوابند با ... ← دو دریچه الزامی است

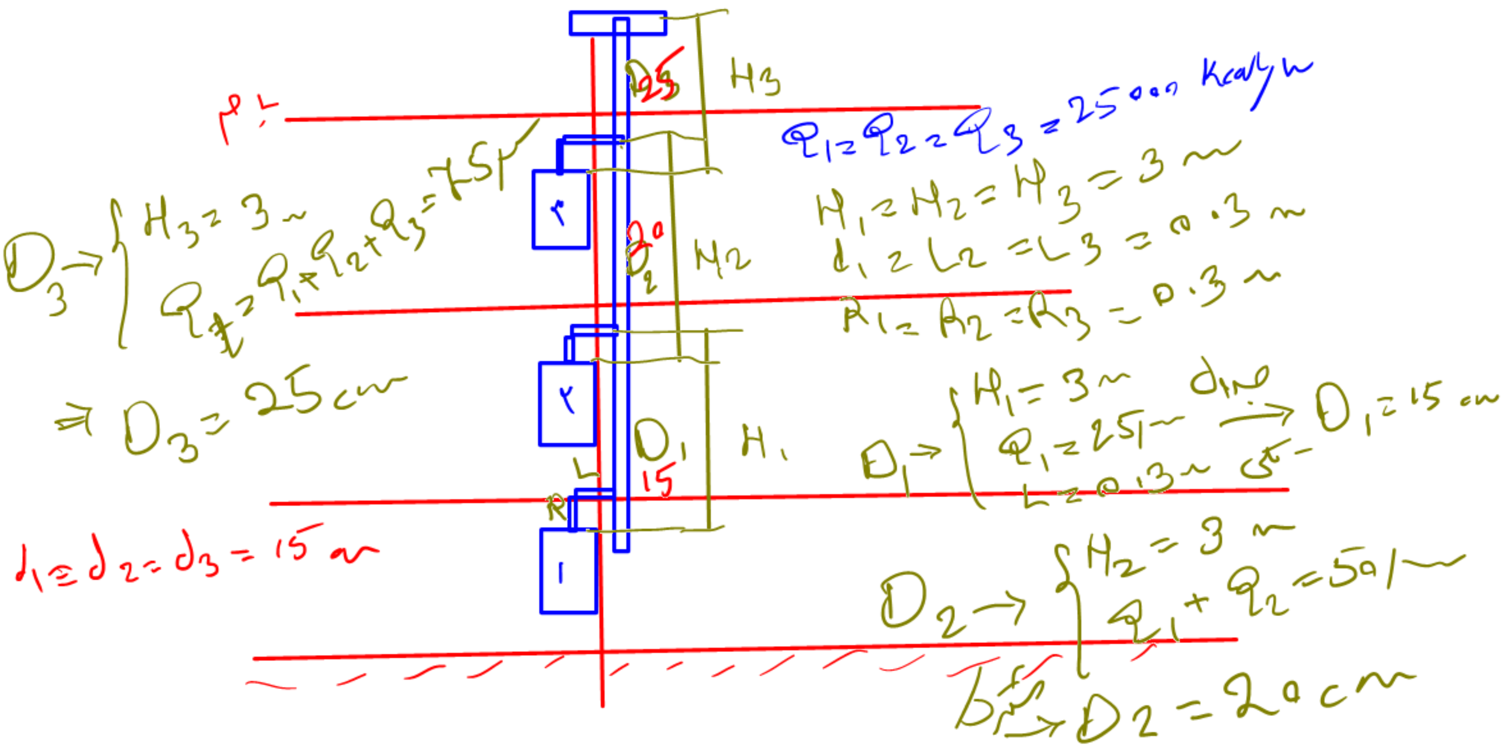
$$A_1 = \frac{Q_t}{116}, \quad A_2 = \frac{Q_t}{194}$$

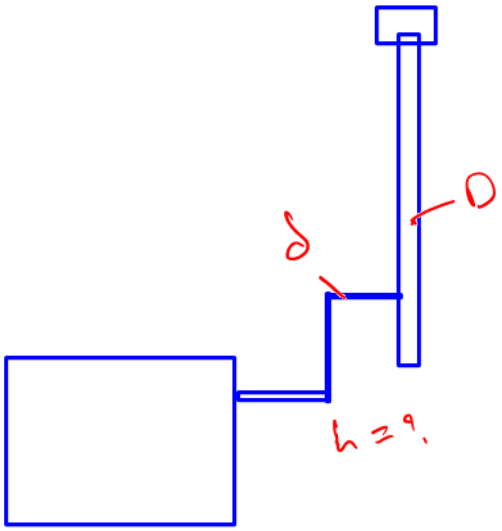
- اگر کانال افقی ج قائم بود ← نمودار

- محور: مکانیکی (فن)

$$m^3/h = \frac{Q_t}{355}$$

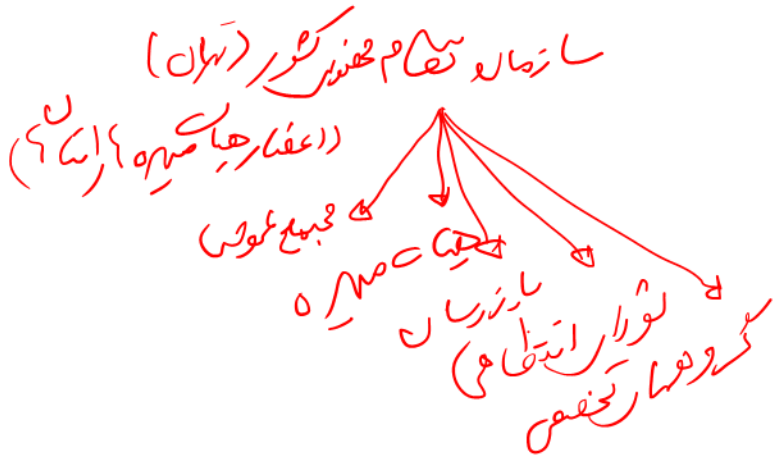


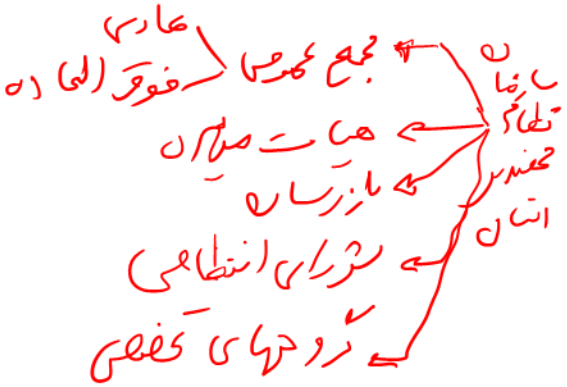


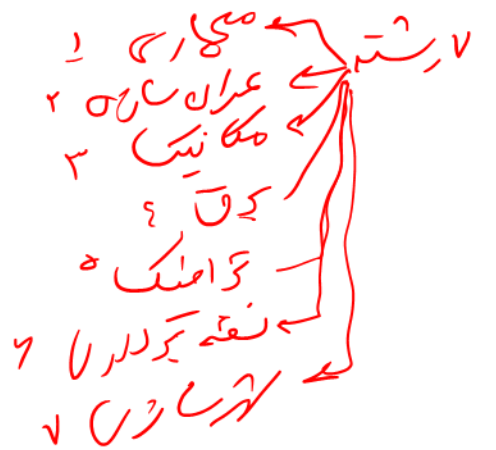


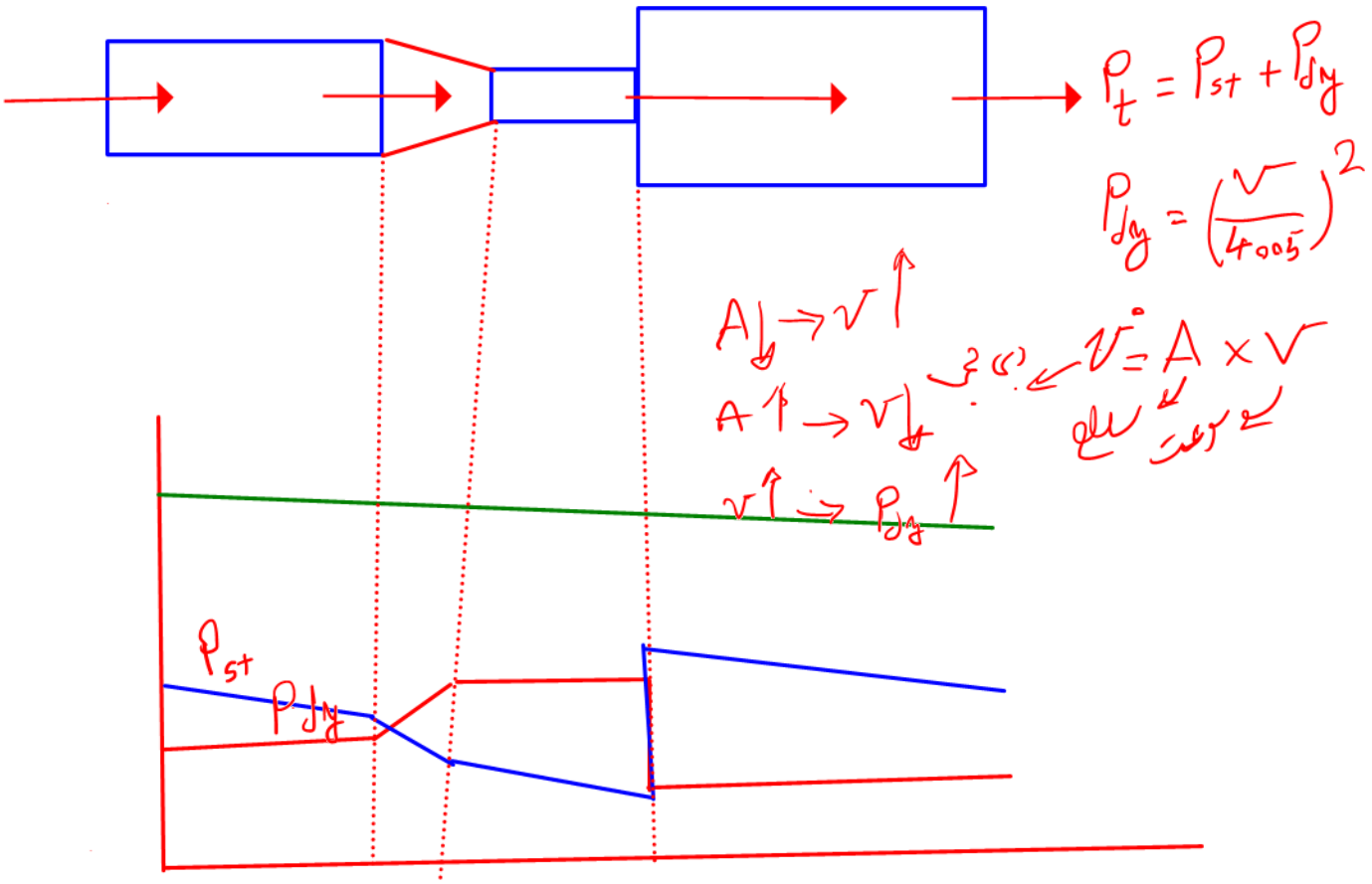
$$L_{max} = \frac{\delta (cm)}{2.5} \times 45$$

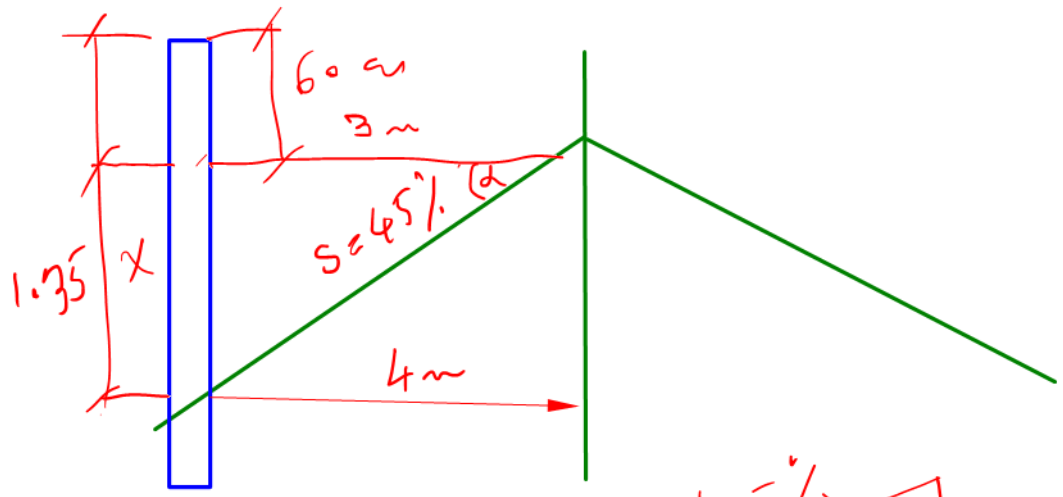
$$= \frac{19}{2.5} \times 45 = 180$$

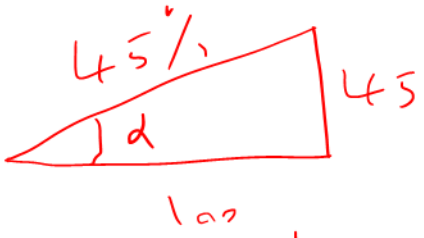

سازمان نظام مهندسی کشور (تهران)
(اعضاء هیات مدیره و ایشان)
مجمع عمومی
هیات صیادان
بازرسان
شورای انتظامی
گروههای تخصصی


ساختمان نظام مهندسی استان
مجمع عمومی
عادی
فوق العاده
هیات صیادان
بازرسان
شورای انتظامی
گروههای تخصصی


۷ رشته
معماری ۱
عمران ساختمان ۲
مکانیک ۳
برق ۴
آسانسور ۵
نقشه برداری ۶
نقشه برداری ۷


$P_t = P_{st} + P_{dy}$
$P_{dy} = \left(\frac{V}{4005}\right)^2$
$A \downarrow \rightarrow V \uparrow$
$A \uparrow \rightarrow V \downarrow$
$V \uparrow \rightarrow P_{dy} \uparrow$
$V = A \times V$
P_{st}
P_{dy}



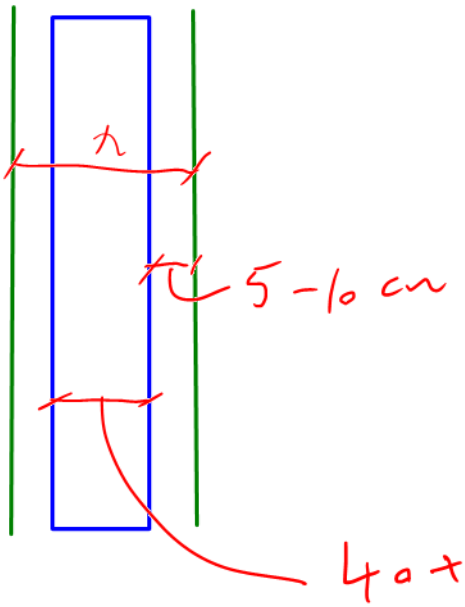


$tg\alpha = 0.45 = \frac{x}{3}$

$x = 0.45 \times 3 = 1.35$

$tg\alpha = \frac{45}{100}$

$= 0.45$

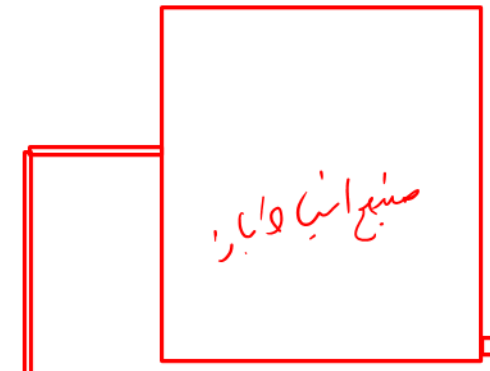


$8'' \rightarrow 219.1 = 21.91$ cm

$x = 40 + 21.91 + 2 \times 5 = 72$ cm

min

max $= 40 + 21.9 + 2 \times 10 = 82$ cm

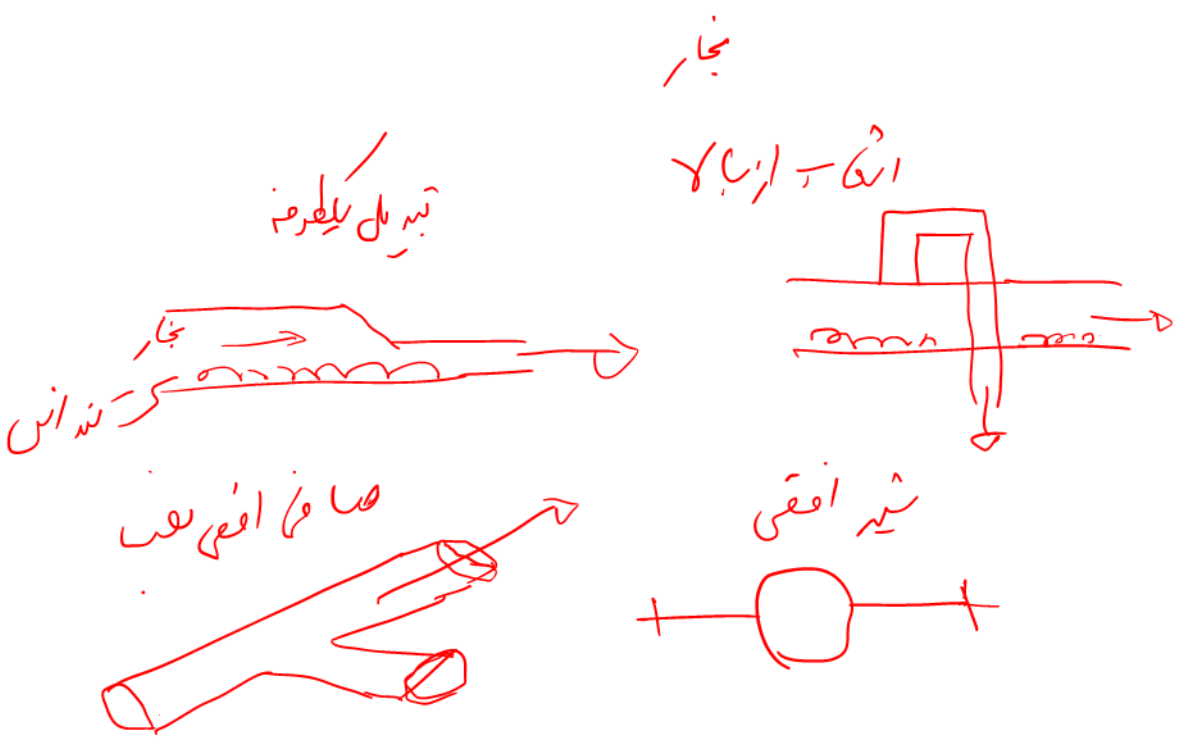


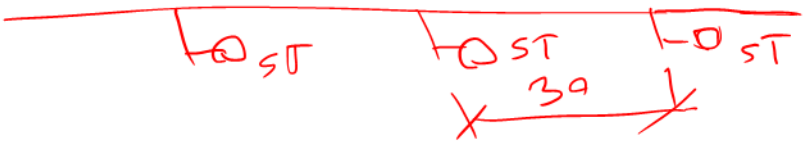
$$D_S(mm) = 15 + 1.5\sqrt{\frac{Q_B(Kcal/h)}{1000}}$$

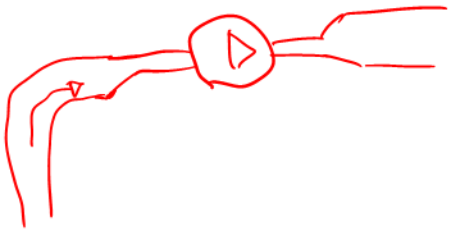
$$D_R(mm) = 15 + \sqrt{\frac{Q_B(Kcal/h)}{1000}}$$

$\frac{1}{2} \rightarrow 16$ $\quad$ $1 \rightarrow 25$ $\quad$ $1\frac{1}{2} \rightarrow 40$ $\quad$ $2\frac{1}{2} \rightarrow 63$

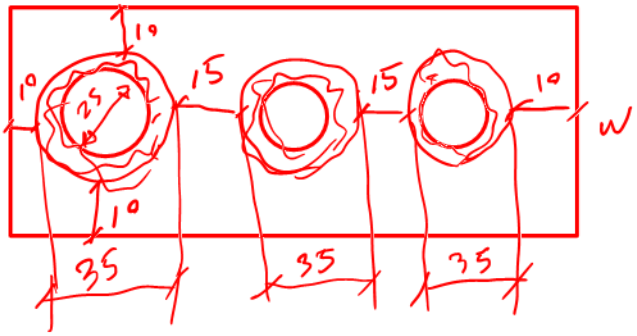
$\frac{3}{4} \rightarrow 20$ $\quad$ $1\frac{1}{4} \rightarrow 32$ $\quad$ $2 \rightarrow 50$ $\quad$ $3 \rightarrow 75$ $\quad$ $4 \rightarrow 100mm$







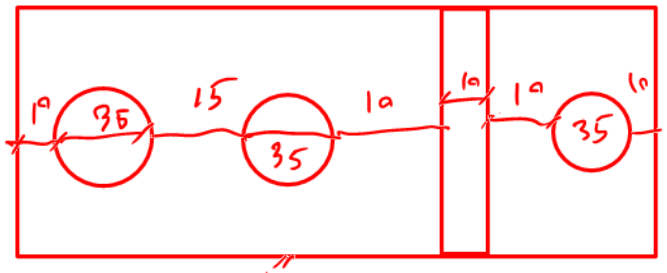
L

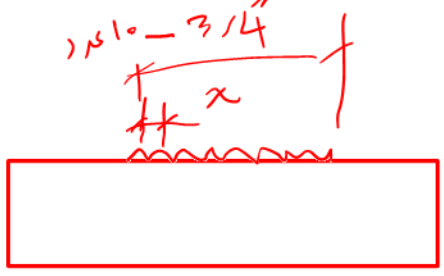


$L = 10+35+15+35+15+35+10 = 155\ cm$

$W = 10+35+10 = 55\ cm$

$105+50+15 = 170$





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

$\frac{3}{4} = x$

$1 = x$

$n = \frac{2000}{5} = 400$

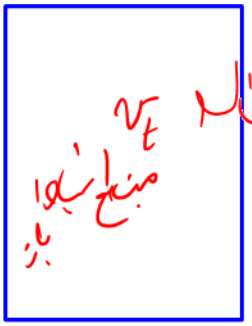
$2 \times 400 = 800$

20m = 2000 cm

$U = D \cdot \pi = 88.9 \times 3.14 = 279.14 = 27.9\ cm$

$L = 800 \times 27.9 = 2232\ cm$

$223.2\ m$

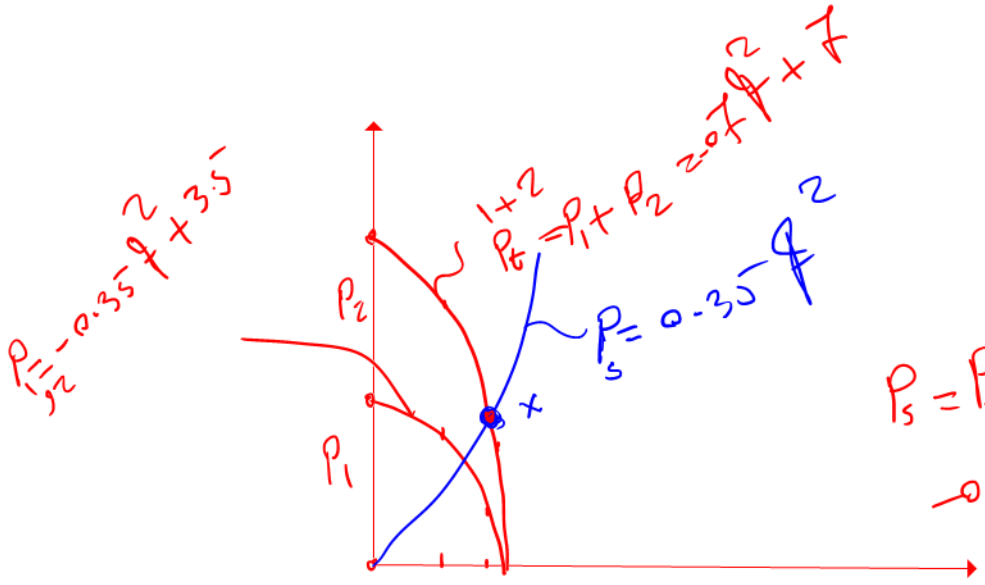


V_t معامل الأمان = 1.5

$V_t = 2 \times E \times V_{sys}$

$V_{t\ min} = 1.5 \times \frac{2.46}{100} \times 101 = 366\ kt$

$V_{t\ max} = 2 \times \frac{2.46}{100} \times 101 = 488\ kt$



$P_s = P_t$

$0.7q^2 + 7 = 0.35q^2$

$q = 2.5$

$P = 2.3$

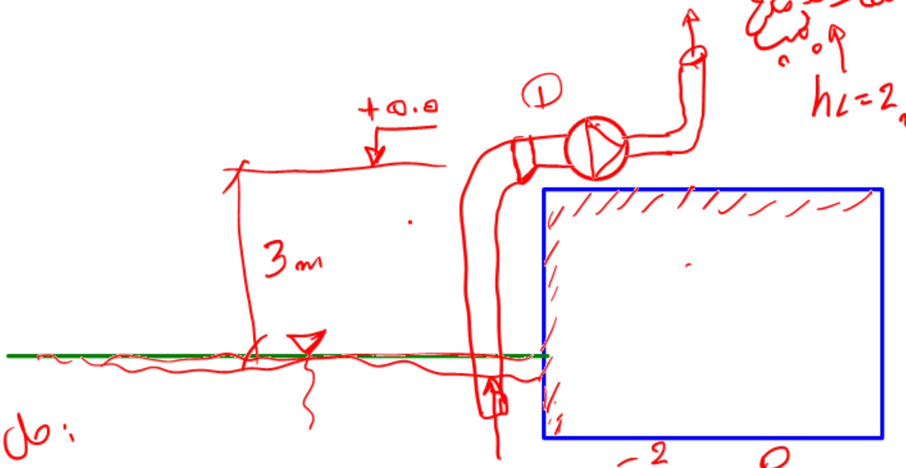
مثال: مطلوب است محاسبه NPSHA برای پمپ زیر

تلفات خط مکش پمپ: $h_L = 2.6\ m$, $V = 2\ m/s$

الف) $T = 5^\circ C$

ب) $T = 95^\circ F$

$NPSHR = 3\ m$



فشار مطلق

$P_1 = -3\ m + 10\ m - 2 = 5\ m$

$P_{v_5} = 870\ Pa$

حل:

الف) $NPSHA = \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{P_v}{\rho \cdot g}$

$T = 5^\circ C \rightarrow P_v = 870\ Pa$

$NPSHA = \frac{5 \times \rho g}{\rho g} + \frac{2^2}{2 \times 10} - \frac{870}{1000 \times 10} = 5.2 - 0.087 = 5.1\ m$

$NPSHA > NPSHR$

$\Rightarrow 5.1 > 3 \Rightarrow$ پمپ کاویتاسیون نمی‌کند

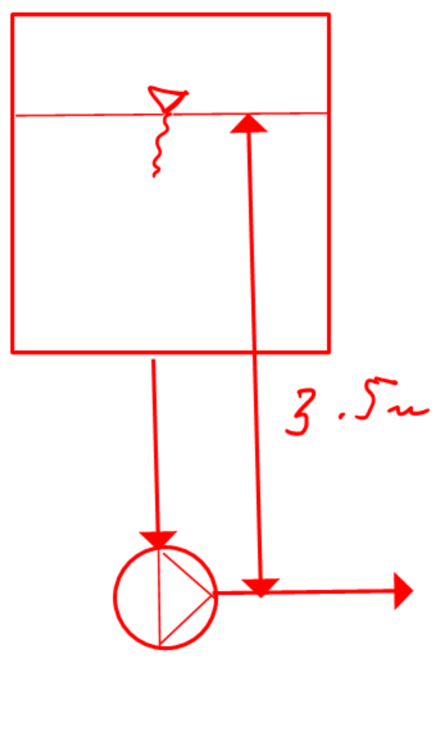
ب) $NPSHA = \frac{5\rho g}{\rho g} + \frac{2^2}{2 \times 10} - \frac{84550}{1000 \times 10} = 5.2 - 8.455 = -3.25$

$T = 95^\circ C \rightarrow P_v = 84550\ Pa$

$\Rightarrow NPSHA < NPSHR$

$-3.5 < 3\ m$

$\Rightarrow$ پمپ کاویتاسیون می‌کند



نکته: در مدارهای موازی فشار مدارها باهم برابرند ولی دبی می‌تواند متفاوت باشد.

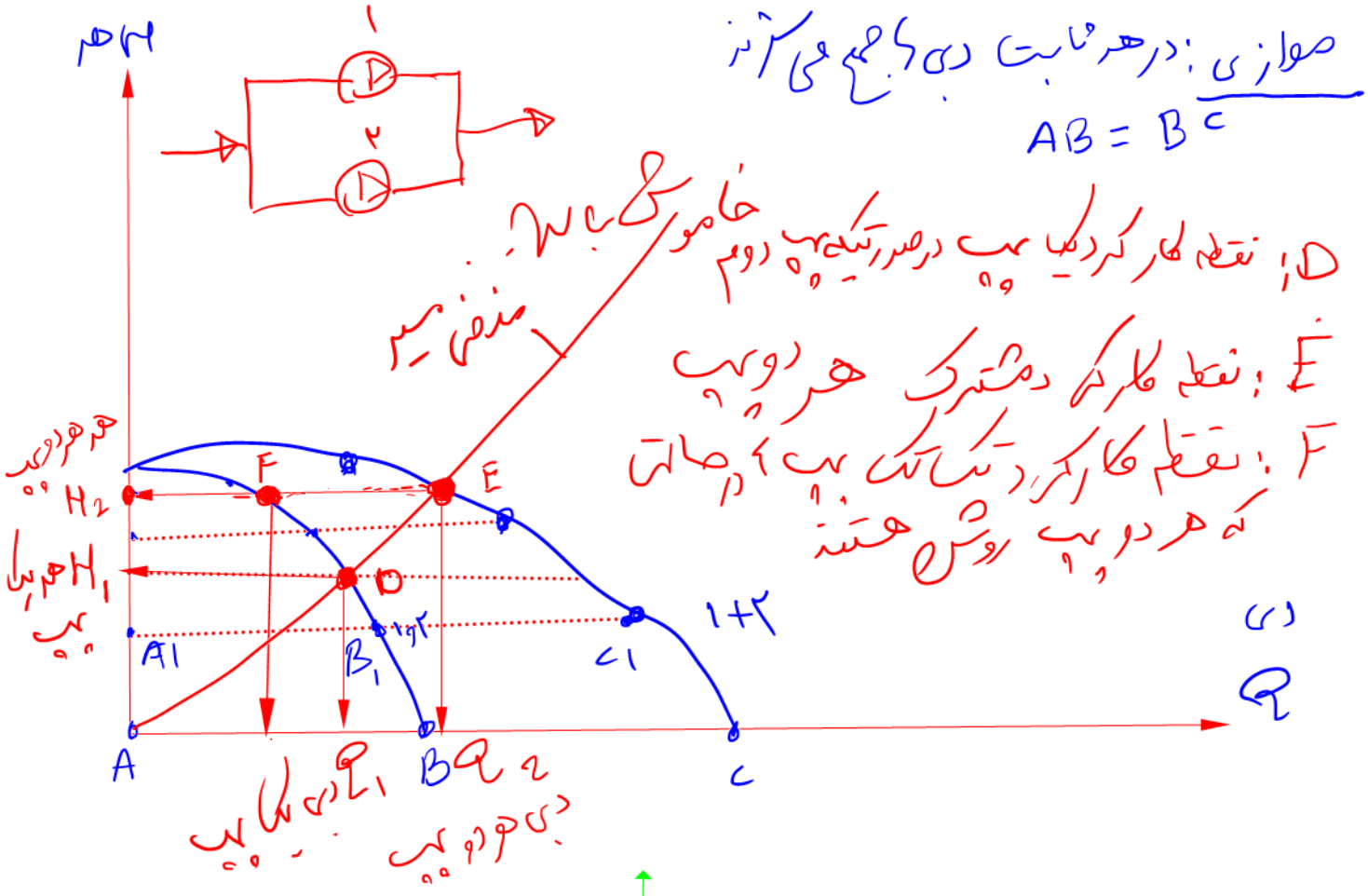
موازی: در هر نقطه دو راهی می‌شود

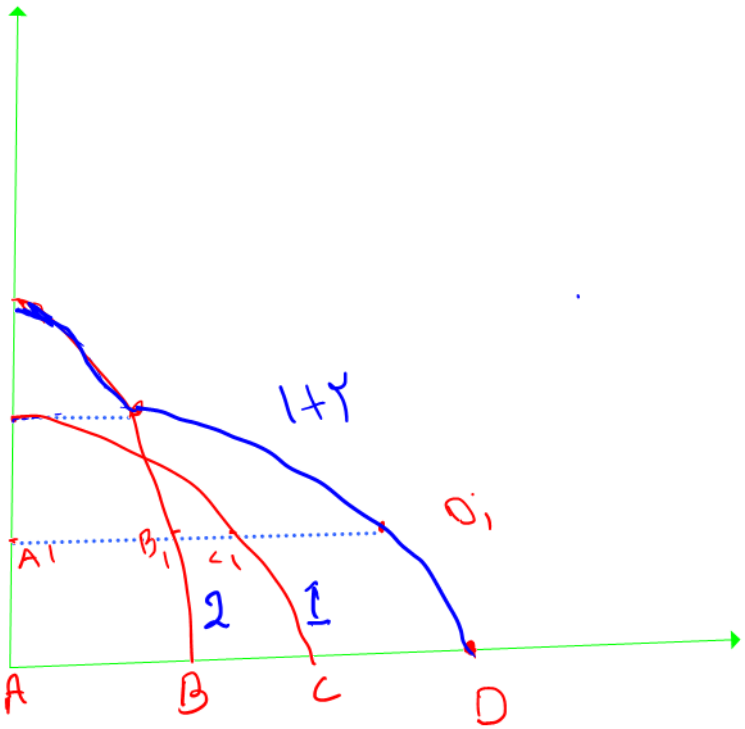
$AB = BC$

D: نقطه کار کردی پمپ در صورتیکه پمپ دوم خاموش باشد

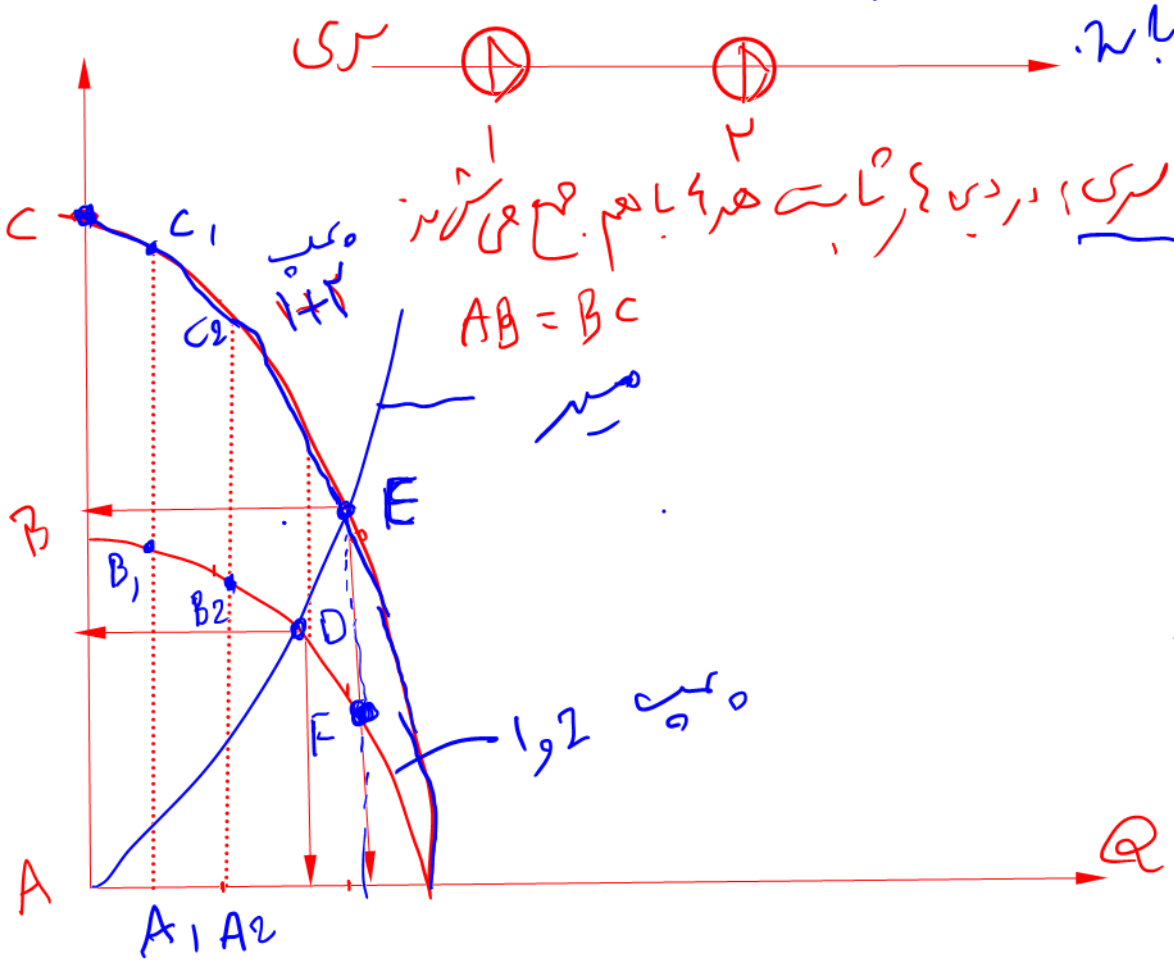
E: نقطه کار مشترک هر دو پمپ

F: نقطه کار دو تک تک پمپ‌ها در حالتی که هر دو پمپ روشن هستند





نکته: درصدارهای سری دی درصدارها ثابت است ولی مقدار آن با هم متفاوت است.



سری: در دی ها ثابت هر یا هم جمع می شوند.

D: در
E: در
F: در

مثال: دور پمپ $n_1 = 1450$ rpm ، $P_1 = 20$ m ، $Q_1 = 10$ lit/s ، $P_{o1} = 5$ kw

مطلوب است: P_2 ، Q_2 ، P_{o2} در صورتیکه دور پمپ را به $n_2 = 2900$ rpm افزایش دهیم

$n_2 = 2900 \text{ rpm} = 2N_1$

$D_1 = D_2$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{2N_1}{N_1}\right)\left(\frac{D_2}{D_1}\right) \Rightarrow Q_2 = 2Q_1$$

$$Q_2 = 2 \times 10 = 20 \text{ lit/s}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)\left(\frac{2N_1}{N_1}\right)^2\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \Rightarrow P_2 = 4P_1$$

$$P_2 = 4 \times 20 = 80 \text{ m}$$

$$\frac{P_{o2}}{P_{o1}} = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)\left(\frac{2N_1}{N_1}\right)^3\left(\frac{D_2}{D_1}\right) \Rightarrow P_{o2} = 8P_{o1}$$

$$P_{o2} = 8 \times 5 = 40 \text{ kw}$$

S.Z

M.Z

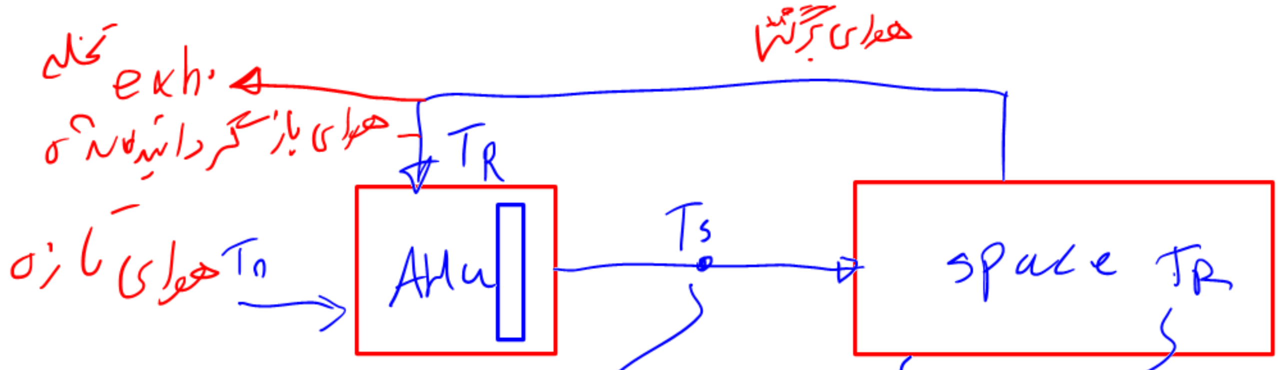
A.W

انواع هواساز
- یک منطقه‌ای
- چند منطقه‌ای
- اِروانشر

هواساز از نظر جریان هوا
- هواساز CAV دبی ثابت
- هواساز VAV دبی متغیر

جهت خروجی هوا
- رو به بالا
- به بالا
- به پایین

چیدمان
- افقی
- عمودی
- ساختمان



(35°C) 90-120 °F آب گرم

55-60 °F آب سرد

58 °F ← 55-60 ، 14°C

23°C = 75°F دمای معمول داخل

$\rho . c_p . 60$

① برای گرمای محسوس: Q_s

$$Q_s = 1.08 \times cfm \times \Delta T$$

Q_s : Btu/h ، ΔT : اختلاف دما (°F)

② گرمای نهان: Q_L

$$Q_L = 0.68 \times cfm \times \Delta W$$

Q_L : Btu/h ، cfm : دبی هوا ft^3/min ، ΔW : نسبت رطوبت (gr/lb ← گرین)

③ گرمای کل: Q_t

$$Q_t = Q_s + Q_L$$

یا

$$Q_t = 4.45 \times cfm \times \Delta h$$

Q_t : Btu/h ، Δh : آنتالپی (Btu/hr)

$$Q_s = \dot{m} \, c_p \, \Delta T$$

$\dot{m} = \rho . \dot{V}$ ، ρ : چگالی

H ارتفاع از سطح دریا ↑ → ρ چگالی ↓ → Q_s ↓

$$Q_s = 1.08 \times \gamma \times cfm \times \Delta T$$

(γ ← ضریب تصحیح ارتفاع)

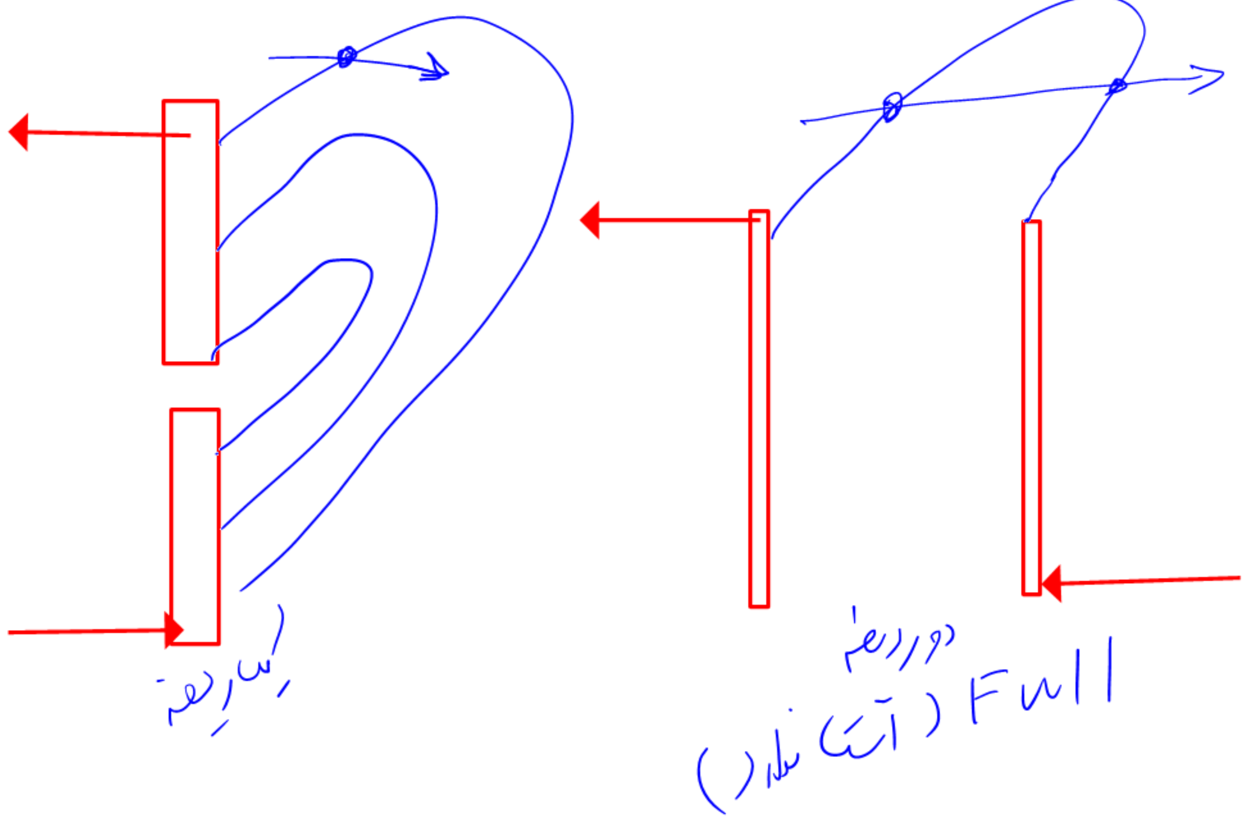
$$Q_L = \dot{m}\, h_{fg} \Rightarrow H\uparrow \Rightarrow \rho\downarrow \Rightarrow Q_L\downarrow$$

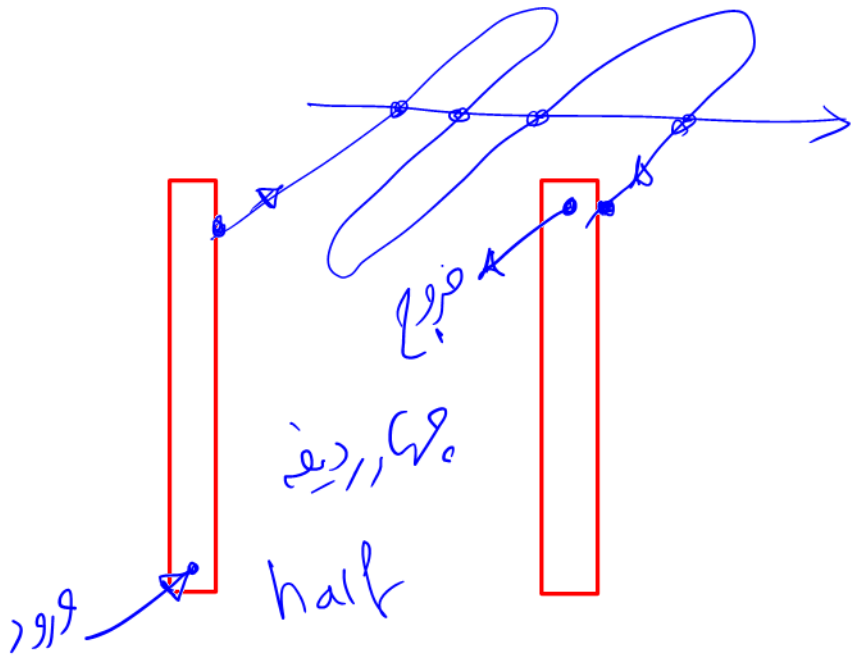
$$Q_t : \quad H\uparrow \longrightarrow Q_t\downarrow$$

$$Q_L = 0.68 \times \gamma \times cfm \times \Delta W$$

$$Q_t = 4.45 \times \gamma \times cfm \times \Delta h$$

(Δh ← آنتالپی)





روابط فن ها:

$$\frac{\dot{m}_2}{\dot{m}_1} = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)\left(\frac{N_2}{N_1}\right)\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$$\frac{P_{o2}}{P_{o1}} = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$$

$1bar = 14.5\ psi = 10\ mH_2O = 29.92\ inHg = 10^5\ Pa = 100\ kPa$

$1atm = 1.013\ bar = 14.7\ psi = 10.33\ mH_2O = 101.3\ kPa$

سختی گیر

سختی آب عبوری

دبی آب عبوری از سختی گیر

سختی گیر : سیکل کاری

$$grain = \frac{\dot{V}(gpm) \times HD(ppm) \times cycle(min)}{17.1}$$

گرین

دیگر یکاها : lb/hr ، kg/hr ، ton/h

$ton/hr = 1000\ kg/hr$

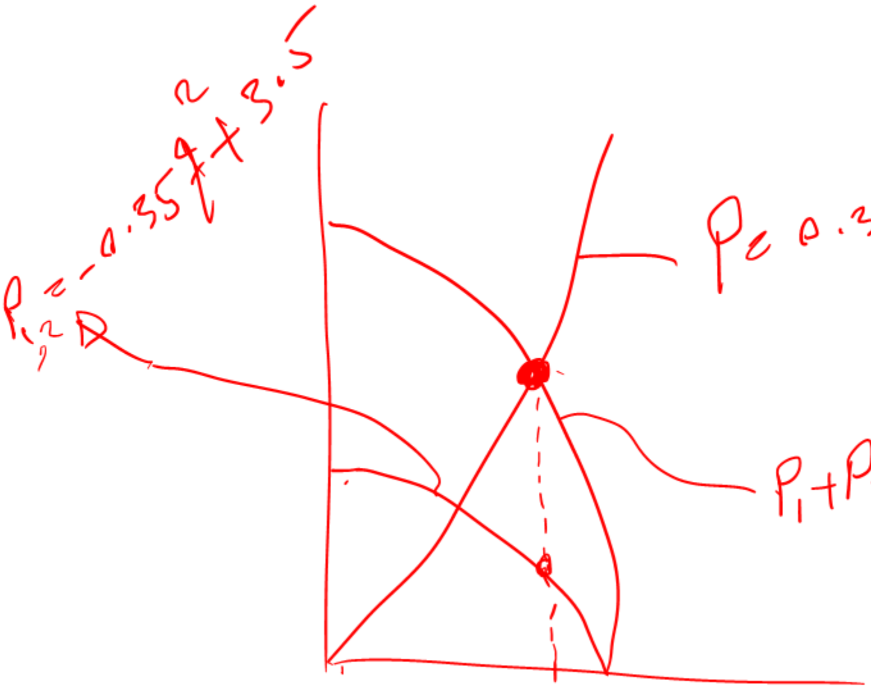
$1\ kg = 2.2\ lb$

$1\ kg/h = 2.2\ lb/hr$

گرمای لازم

$$Q_L = \dot{m}\, h_{fg} \Rightarrow \dot{m} = \frac{Q_L}{h_{fg}}$$

h_{fg} ← آنتالپی (گرمای نهان تبخیر)



$0.35q^2 = -0.7q^2 + 7$

$q = 2.58$

$P = 0.35 \times 2.58^2$

$= 2.34$

مثال

$cop = \frac{Q_e}{W_{cop}}$

$Q_e \rightarrow$ سرمای تولید شده در واحد زمان

$W_{cop} \rightarrow$ کار داده شده

کمپرسورها $2 < cop < 6$ دارند

$cop = \frac{Btu/h}{Btu/h} = \frac{kW}{kW} = \frac{W}{W}$

$EER = \frac{Btu/h}{W}$, $1W = 3.412 \ Btu/h$

EER = 3.412 COP

IPLV = ... در بارهای جزئی چیلر

مجموع COP یا EER

COP جزئی = $\frac{Q_e \rightarrow}{Q_c \rightarrow}$

$Q_e \rightarrow$ سرمای تولید شده در اواپراتور

$Q_c \rightarrow$ گرمای داده شده در کندانسور

$0.7 < COP < 1.2$ جزئی

اجزاء اصلی چیلر تراکمی:

۱- کمپرسور

۲- اواپراتور

۳- کندانسور

۴- شیر انبساط

۵- کنترل کننده

اجزاء مبرد جزئی ۱- اواپراتور ۲- ایزرکر
۳- ژنراتور ۴- کمپرسور
۵- کندانسور

$L = 30\ m$ طول معادل = $0.3\ L$ (طول معادل انعطاف)

$Le = L_s + $ طول معادل انعطاف رفت $+ 2R +$ طول معادل انعطاف برگشت

$Le = 30 + 0.3 \times 30 + 30 + 0.3 \times 3$

$= 78\ m$

$hp = J \times Le = \frac{3}{100} \times 78 = 2.34\ m$

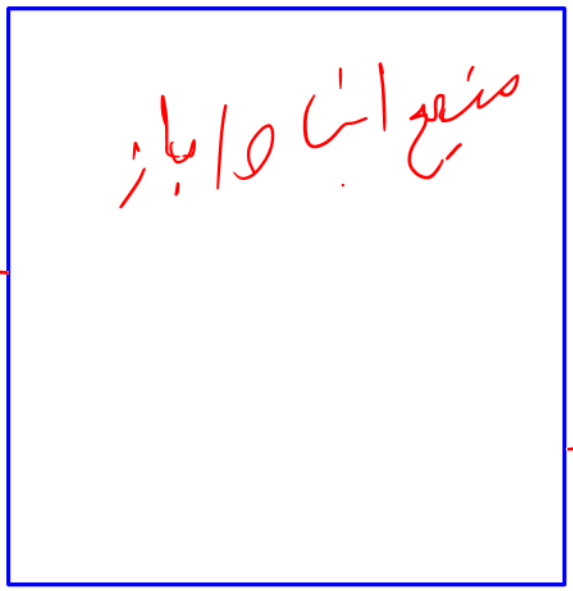
$hp = 2.34\ m \times 3.28 = 7.67\ ft$

$V(gpm) = \frac{Q\ (BTU/h)}{500 \times \Delta T} = \frac{21000}{500 \times 20}$ (در 20)

$= 200$

$P_o(hp) = \frac{200 \times 7.67}{3960 \times 0.7} = 0.55\ hp$

$= 3/4\ HP$



$$V_t = 2 \times E \times \sqrt{sys}$$

$$D_{S(mm)} = 15 + 1.5 \sqrt{\frac{Q_{B(Kcal/h)}}{1000}}$$

$$D_{R(mm)} = 15 + \sqrt{\frac{Q_{B(Kcal/h)}}{1000}}$$

$T = 93^{\circ}C$ $V_{sys} = 320$ lit

$P_a = 100$ kPa $P_f = 83$ kPa

$P_a = 170$ kPa $V_t = ?$

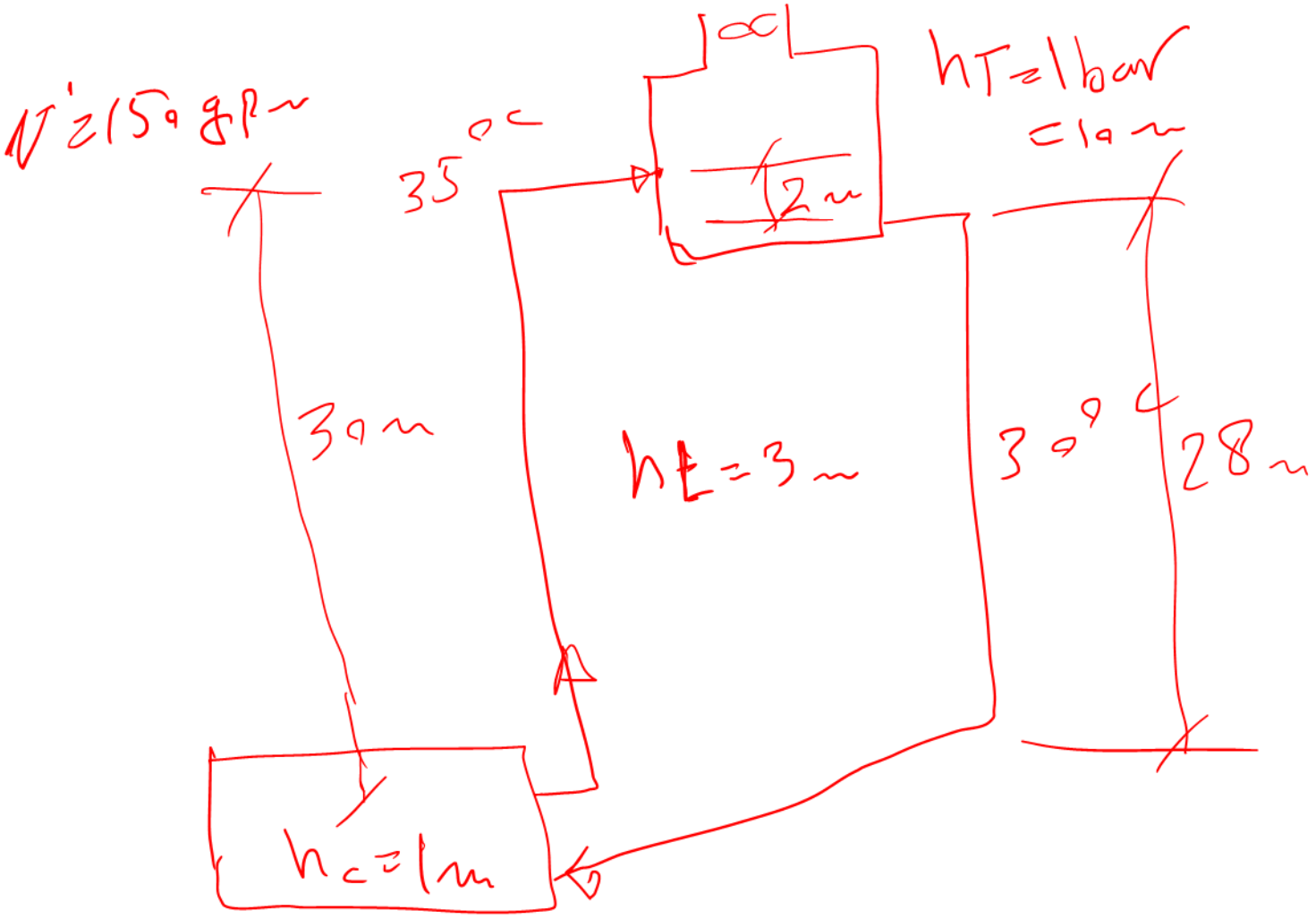
$$V_t = \frac{(0.00138T - 0.03348)V_{sys}}{\frac{P_a}{P_f} - \frac{P_a}{P_o}}$$

P_f مطلق P_o مطلق

$P_f = 83 + 100 = 183$ kPa $P_o = 170 + 100 = 270$ kPa

$$V_{t(lit)} = \frac{(0.00138 \times 93 - 0.03348) \times 320}{\frac{100}{183} - \frac{100}{270}}$$

$= 62.8$ lit $\simeq 64$ lit



$$P_o(hp) = \frac{gpm \times h(ft)}{3960 \eta}$$

$$hp = 3 + 1 + 2 + 10 = 16m \times 3.28$$

$$1Kw = 1.341\ hp$$

$$1hp = f46\ w$$

WC → 60 نفر →
- F.V → SFU سرد = 10
- سینی → SFU سرد = 1.5, SFU گرم = 2, SFU کل = 1.5

U → 12 → SFU سرد → 5

دستشویی → 40 →
- SFU سرد = 1.5
- SFU گرم = 1.5
- SFU کل = 2

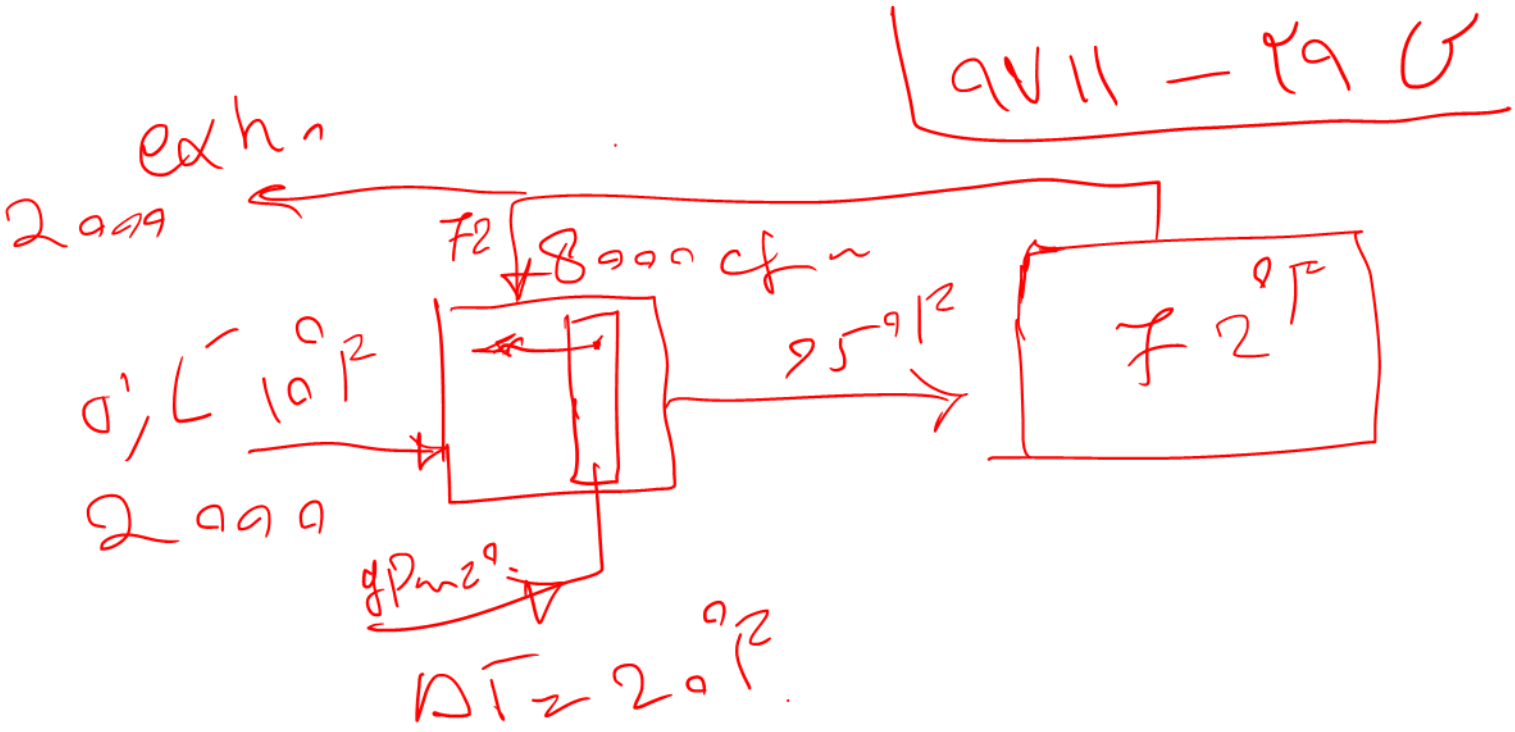
$$SFU_{سرد} = 60 \times 10 + 60 \times 1.5 + 12 \times 5 + 40 \times 1.5$$
$$= 600 + 90 + 60 + 60 = 810\ SFU$$

$$SFU_{گرم} = 60 \times 1.5 + 40 \times 1.5 = 90 + 60$$
$$= 150\ SFU$$

$$SFU_{کل} = 60 \times 10 + 60 \times 2 + 12 \times 5 + 40 \times 2$$
$$= 600 + 120 + 60 + 80 = 860$$

- سرد = 810 + 30 → 210
- گرم = 150 → 79
- کل = 860 → 220

[illegible] لازم است



$$Q_R = 1.08 \times 8000 \times (95 - 72)$$

$$= 198,720$$

$$Q_L = 1.08 \times 2000 \times (95 - 10)$$

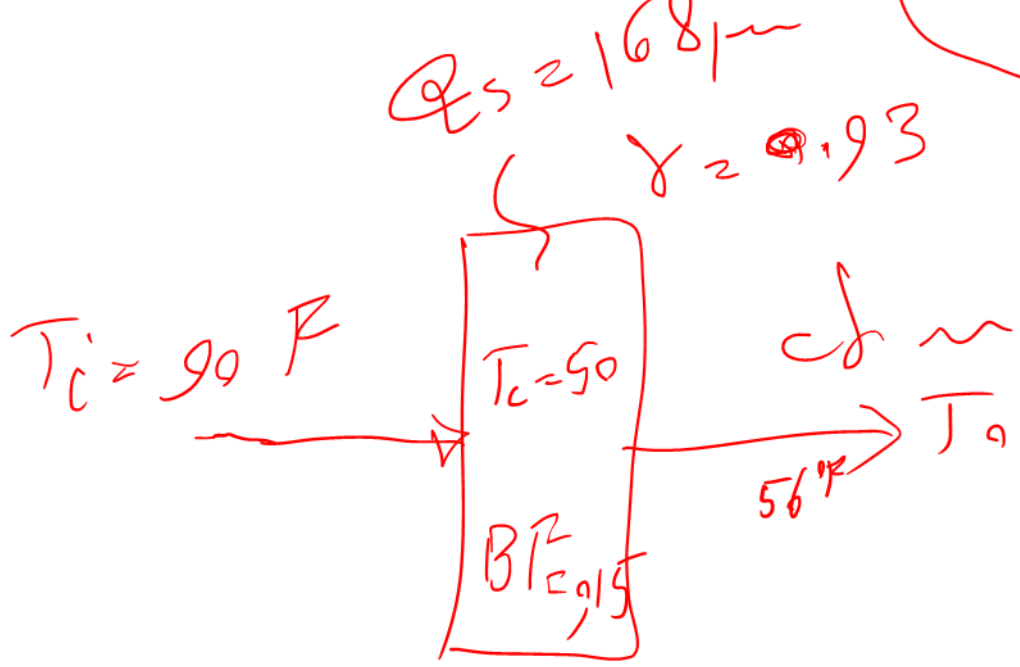
$$= 183,600$$

$$Q_A = 198,720 + 183,600$$

$$= 382,320$$

$$gpm = \frac{382,320}{500 \times 20} = 38.232$$

مسئله ۲ فصل ۸



$$T_o = T_c + BF(T_i - T_c)$$

$$= 50 + 0.15(90 - 50) = 56\,^{\circ}F$$

$$cfm = \frac{Q_s}{1.08 \times 0.93 (90 - 56)} = \frac{168\text{ MBH}}{} = 4919 \simeq 4220$$

مسئله ۳ فصل ۸

$Q_L = 25{,}235$ Btuh $V = 15 \times 15 \times 3.5$

داده‌ها: $T_{do} = 105$, $T_{wo} = 82$ ← $W_o = 129.1$

داده‌ها: $T_{di} = 77$, $RH_i = 45\%$ ← $W_i = 62.4$

$AcH = ?$ نفر/ساعت

$$Q_L = 0.68 \times cfm \times \Delta W \Rightarrow cfm = \frac{25{,}235}{0.68(129.1 - 62.4)} = 556.5$$

$cfm = 556.5$ $cfm = \frac{V(ft^3) \times AcH}{60} \Rightarrow AcH = \frac{60 \times cfm}{V(m^3) \times 35.3}$

$$ACH = \frac{60 \times 556.5}{(15 \times 15 \times 3.5) \times 35.3} = 1.2$$

$$m^3/h = cfm \times 1.7 = 556.5 \times 1.7 = 946\ m^3/h$$

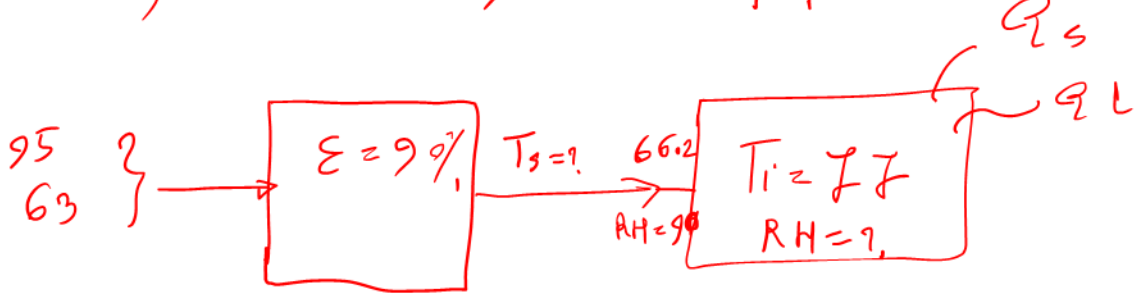
$$ACH = \frac{946\ m^3/h}{15 \times 15 \times 3.5} = 1.2$$

---

an-64 c

$\varepsilon = 90\%$, $Q_S = 84,000$, $Q_L = 15,000$

$T_{do} = 95$, $T_{wo} = 63$, $T_{di} = 77$



$$T_s = T_o - \varepsilon(T_{do} - T_{wo}) = 95 - 0.9(95 - 63)$$
$$= 66.2°F$$

$$cfm = \frac{Q_s}{1.08(77 - 66.2)} = 7202\ cfm$$

$$Q_L = 0.68 \times cfm \times \Delta W$$

$$\Delta W = \frac{Q_L}{0.68 \times cfm} = \frac{15000}{0.68 \times 7202} = 3$$

$$\left.\begin{matrix} 66.2 \\ 90\% \end{matrix}\right\} \rightarrow W_s = 87\ gr/lb$$

$$\Delta w = 3 \Rightarrow W_i = 87 - 3 = 84\ gr/lb$$

$$\left.\begin{matrix} 77°F \\ 84\ gr/lb \end{matrix}\right\} \xrightarrow{W_i} RH = 60.3$$

$T_{di}=76$
$RH=40\%$

$n=750$
$T_{do}=100$
$T_{wo}=80$

$Q_s=?$
$Q_L=?$

$cfm = 750 \times 7.5 = 5625\ cfm$

$Q_s = 1.08 \times 5625 \times \Delta T (100-76) = 145800$

$w = 123.2$

$Q_L = 0.68 \times 5625 \times (123.2 - 53) = 266,\ldots$

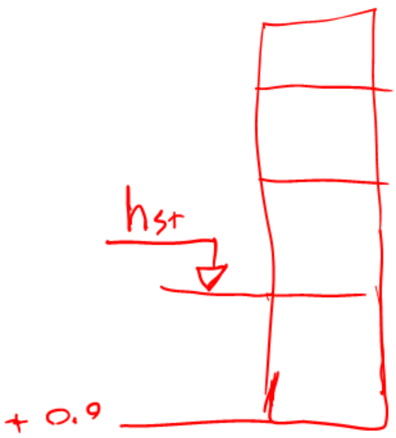
$n_f = 30$ طبقه

$h_1 = 3\ m \Rightarrow H_t = 30 \times 3 = 90\ m$

$P_c = 30\ m$

$h = 1\ bar$

$H_f = 14\ m$



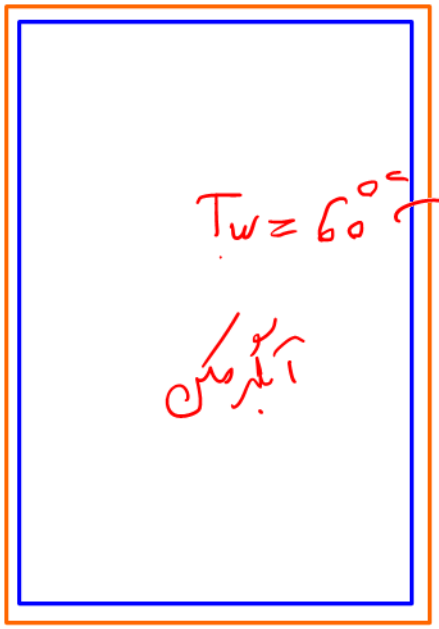
$40 - \{H_{st} + 5 + 14\} = 0$

$H_{st} = 40 - \{19\} = 21\ m$

$n_z = \frac{90}{21} = 4.28$

$P_{max} = 4\ bar = 40\ m$

$\rightarrow n_z = 5$ ناحیه



$q = 47 \, w/m^2$

$T_\infty = 18^\circ C$

$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$

$\frac{Q}{A} = q = U \cdot \Delta T$

$\Rightarrow U = \frac{q}{\Delta T} = \frac{47 \, w/m^2}{60-18} \, {}^\circ C$

$U = 1.119 \, \frac{w}{m^2 \cdot {}^\circ C}$

$U = \frac{1}{R} \Rightarrow R = \frac{1}{U} = \frac{18}{1.} \, {}^{\circ C}/_{w}$

مقاومت گرمایی — ضخامت عایق

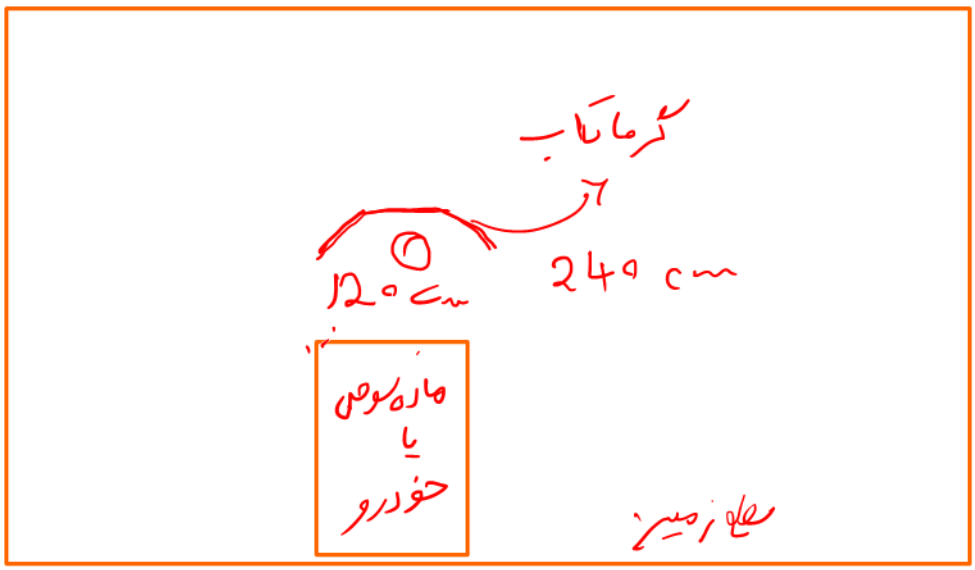
$R = \frac{t}{\lambda} \Rightarrow t = R \cdot \lambda$

ضخامت عایق — ضریب هدایت

$R = 0.89 \Rightarrow t = \lambda \cdot R = 0.034 \times 0.89$

$\Rightarrow t = 0.03 \, m$

$t = 3 \, cm = 30 \, mm$



مبرد:

① زیست محیطی
- سازگار با محیط زیست
- مضر محیط زیست
  - لایه ازن (تخریب)
  - ایجاد پدیده گلخانه‌ای

$Cl \rightarrow$ مضر لایه ازن
$C \rightarrow$ پدیده گلخانه‌ای

$Cl \rightarrow$ تخریب لایه ازن
B

$R-11 \rightarrow CL_3$
$R-12 \rightarrow CL_2$
$R-22 \rightarrow Cl$

② - اثر تبرید

HFC
- R404
- R410
- R134a

تخریب لایه ازن ندارد
اثر تبرید ↓

HCFC
- R-22

تخریب لایه ازن
اثر تبرید بیشتر

هیدروژن

CFC
- کلر
- فلوئور
- کربن

- R-11
- R-12

صدمه لایه ازن ↑
اثر تبرید ↑

هوارسانی :

هوا :

$$Q_s = 1.08 \times cfm \times \Delta T \times \gamma$$

Q_s ← گرمای محسوس Btu/h

1.08 ← ضریب تصحیح چگالی هوا

ΔT ← اختلاف دما °F

γ ← نسبت رطوبت gr/lb

$$Q_L = 0.68 \times cfm \times \Delta w \times \gamma$$

Q_L ← گرمای نهان

$$Q_L = 4840 \times cfm \times \Delta w \times \gamma \quad (lb/lb)$$

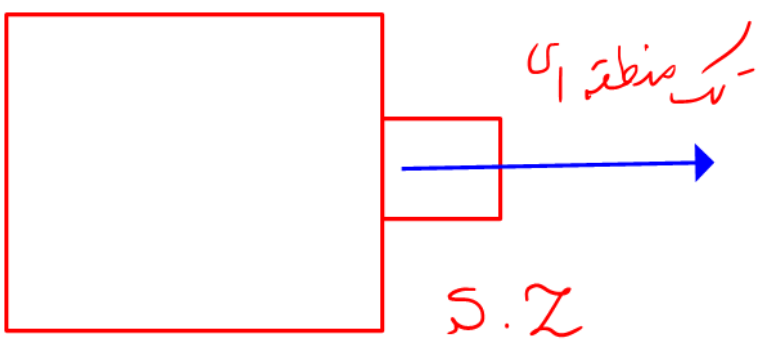
$$Q_t = Q_s + Q_L$$

بخار

گرمای نهان تبخیر

$$Q = \dot{m} \, h_{fg}$$

Q ← گرمای لازم برای تبخیر یکنواخت



چند مقاومتی $n \cdot z$