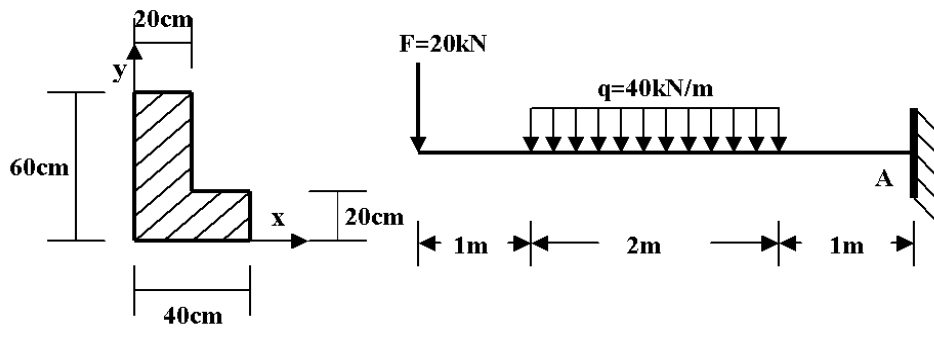


الموضوع الأول



التمرين الأول (5 ن):

تقترح دراسة رافدة معدنية تخضع إلى مجموعة من الحمولات ومقطعها العرضي على شكل L كما هو موضح في الشكل
العمل المطلوب:

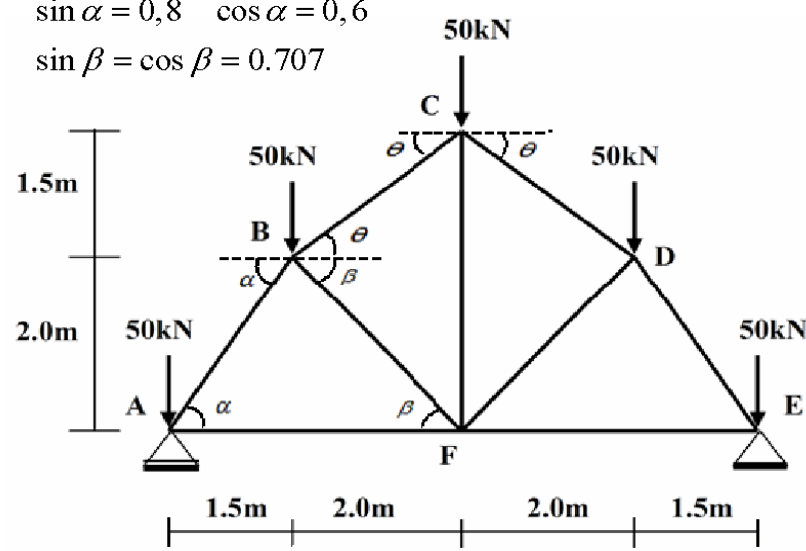
- 1- أحسب ردود الأفعال عند المسند المدمج A
- 2- اكتب معادلات عزم الانحناء و الجهد القاطع
- 3- ارسم المنحنيات و استنتج M_{max} و T_{max}

- 4- احسب عزم عطالة المقطع بالنسبة للمحور الأفقي المار بمركز الثقل
- 5- تحقق من مقاومة الرافدة علما ان الإجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 200 \text{ daN/cm}^2$

$\sin \theta = 0,6 \quad \cos \theta = 0,8$
 $\sin \alpha = 0,8 \quad \cos \alpha = 0,6$
 $\sin \beta = \cos \beta = 0.707$

التمرين الثاني (7 ن):

لدينا النظام المثالي المتناظر و الذي يتعرض للتحميل المبين في الشكل
A: مسند بسيط و E: مسند مضاعف



العمل المطلوب

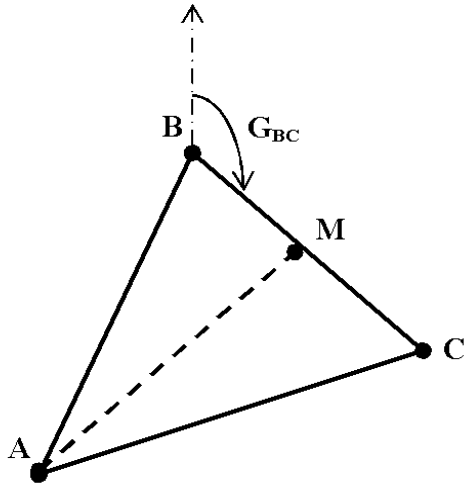
- 1- تأكد أن الهيكل المقترح محدد سكونيا.
- 2- أحسب ردود الأفعال في المسدين A و E.
- 3- باستعمال الطريقة التحليلية (عزل العقد) أحسب الجهود الداخلية في قضبان الهيكل وعين طبيعتها.
- 4- دون النتائج المحصل عليها في جدول.
- 5- أحسب مساحة مقطع القضيب الأكثر تحميلا

إذا علمت ان الإجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1875 \text{ daN/cm}^2$

التمرين الثالث (4 ن):

لدينا قطعة ارض ثلاثية الشكل (ABC)
مساحتها $S = 1100.00 \text{ m}^2$
النقطة M منتصف المستقيم BC

	A	B	C
X	10	40	60
Y	10	60	20

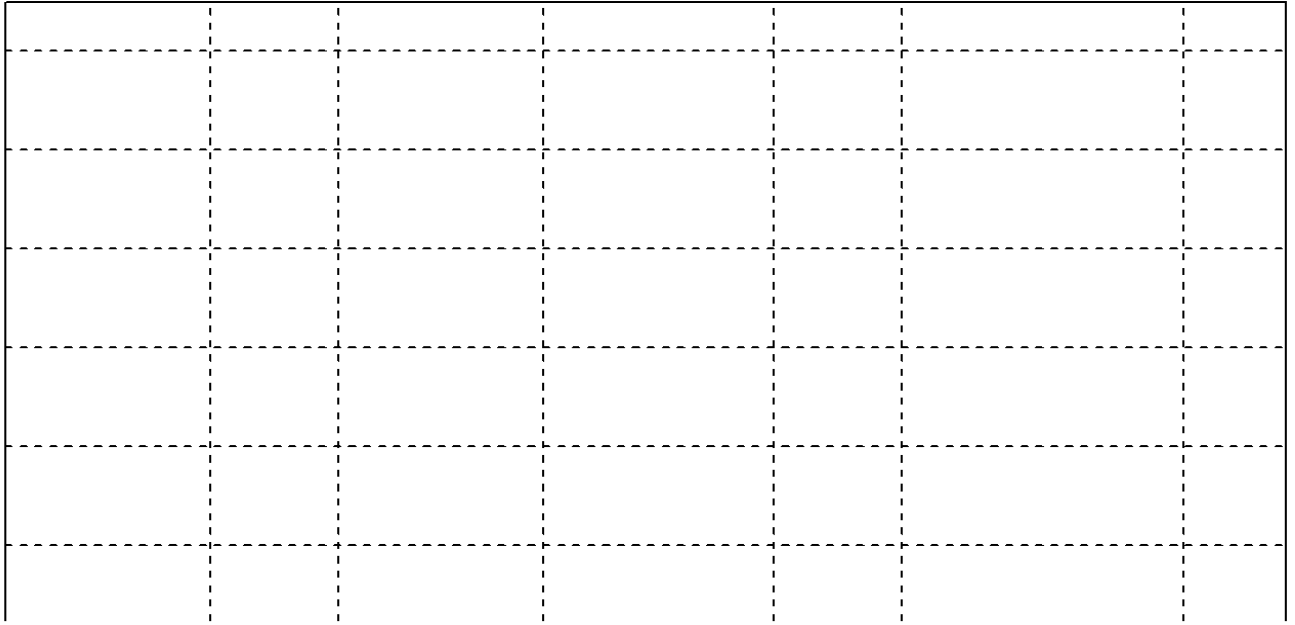
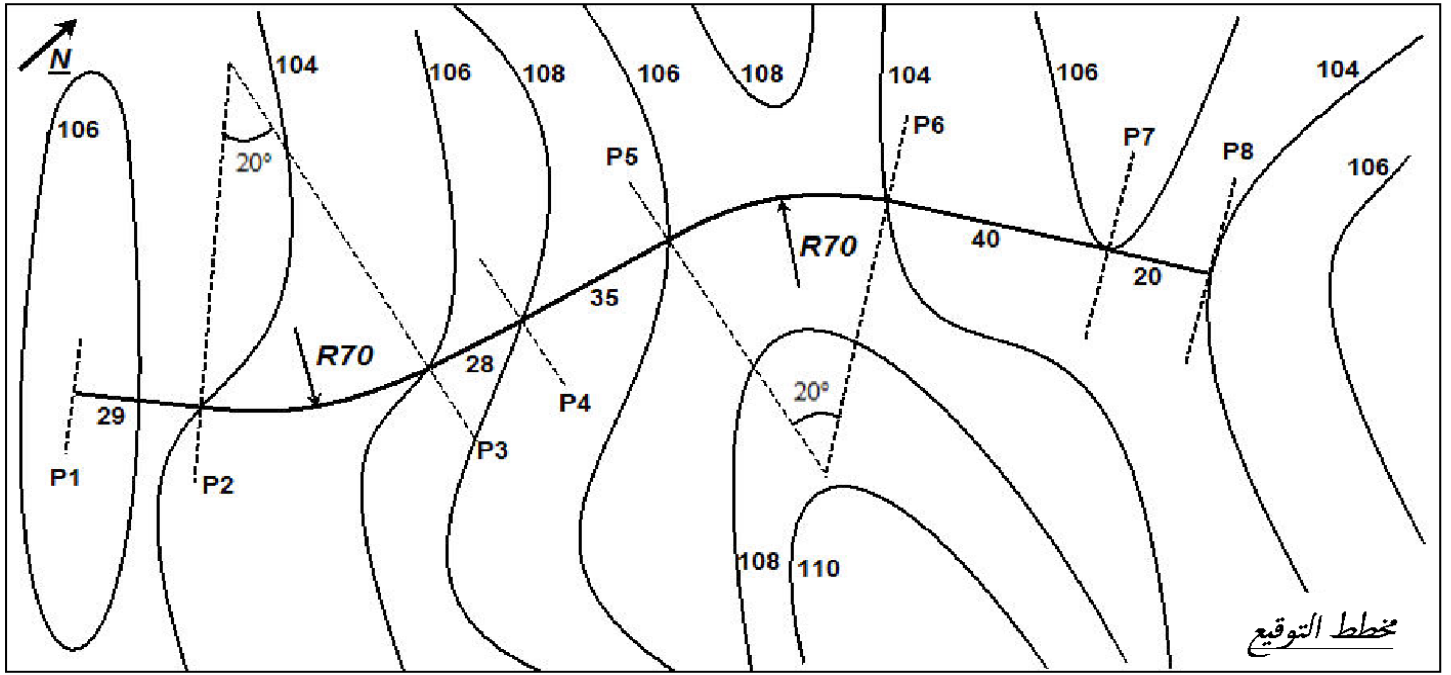


العمل المطلوب:

- 1- احسب المسافة الأفقية L_{BC} ثم استنتج L_{BM}
- 2- احسب السميت الاحداثي G_{BC} ثم استنتج G_{BM}
- 3- احسب الإحداثيات القائمة للنقطة $M(X_M, Y_M)$
- 4- احسب مساحة القطعة ABM ثم استنتج مساحة AMC

التمرين الرابع (4 ن):

- تمثل المشروع في انجاز طريق يمتد من المظهر P1 الى المظهر P8
- ارتفاعات خط التربة تؤخذ من مخطط التوقيع
 - ارتفاعات خط المشروع هي كما يلي $P1 = P4 = 106.00 \text{ m}$, $P8 = 104.00 \text{ m}$
 - 1- أكمل رسم بالألوان الاصطلاحية وملء المظهر الطولي على الوثيقة المرفقة 2- احسب المظاهر الوهمية



أرقام المظاهر	1	2	4	5	6	7	8
منسوب خط التربة							
منسوب خط المشروع							
المسافات الجزئية							
المسافات المتراكمة							
ميلول المشروع							
المستقيمت و المتعرجات							

الموضوع الثاني

التمرين الاول (5 ن) : نريد دراسة الرافدة المحملة كما هو موضح في الشكل الميكانيكي أدناه

A: مسند بسيط B : مسند مضاعف

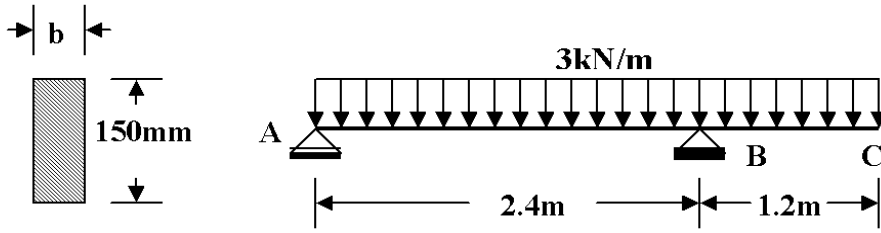
المطلوب :

1 - حساب ردود الأفعال عند المساند

2 - كتابة معادلات $M(x)$ و $T(x)$

3 - رسم المنحنيات و استنتاج M_{max}

4 - إيجاد عرض (b) مقطع الرافدة علما أن الإجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 12MPa$



$\sin \alpha = 0,6; \cos \alpha = 0,8$

$\sin \beta = 0,351; \cos \beta = 0,936$

التمرين الثاني (7 ن) :

لدينا النظام المثالي و الذي يتعرض

للتحميل الميّن في الشكل التالي

A: مسند بسيط و B : مسند مضاعف

المطلوب

1- تأكد أن الهيكل المقترح محدد سكونيا.

2- أحسب ردود الأفعال في المسندين A و B .

3- باستعمال الطريقة التحليلية (عزل العقد)

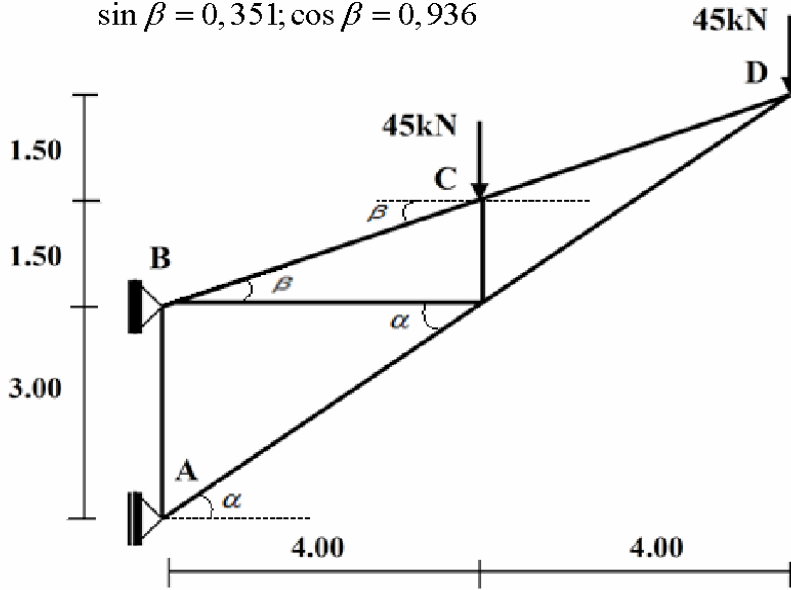
أحسب الجهود الداخلية في قضبان الهيكل وعين طبيعتها.

4- دون النتائج المحصل عليها في جدول.

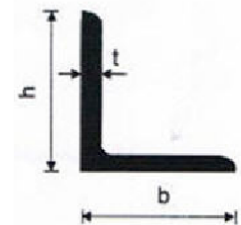
5 - احسب مساحة مقطع القضيب الأكثر تحميلا ثم حدد نوع

الجنّب في الجدول المرفق إذا علمت ان الإجهاد المسموح به

$\bar{\sigma} = 7300daN / cm^2$



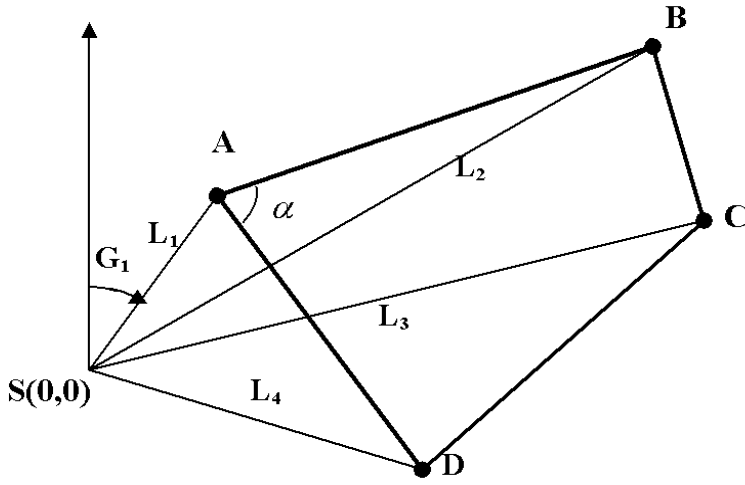
رقم الجنّب	المقطع cm^2	الكتلة Kg/cm^2	الابعاد (mm)		
			b=h	t	$y_s=y_s$
25x3	1.42	1.11	25	3	7.21
30x3	1.74	1.36	30	3	8.35
30x4	2.27	1.78	30	4	8.78
35x4	2.67	2.09	35	4	10.00
40x4	3.08	2.42	40	4	11.20
40x5	3.79	2.97	40	5	11.60



قامت فرقة طبوغرافية بمسح أرضية على شكل رباعي (ABCD) باستخدام طريقة الإشعاع أي الرصد من محطة واحدة S (0;0) فتحصلت على النتائج المدونة في الجدول

النقاط	X(m)	Y(m)
A	?	?
B	73.20	54.31
C	81.32	27.67
D	50.54	-14.14

المحطة	النقاط	المسافة (m)	الانحراف Gisement(gr)
S	A	29.15	15.91
	B	91.15	59.16
	C	85.90	78.92
	D	52.48	117.70



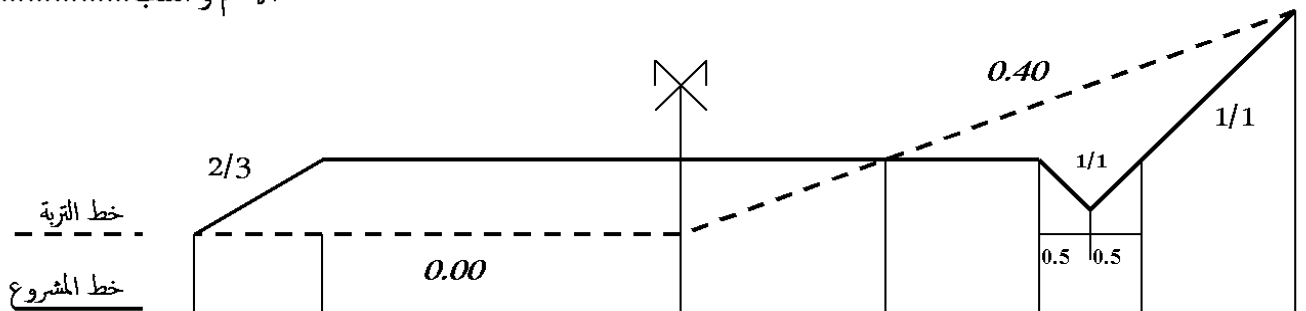
العمل المطلوب

- 1- أحسب مساحة هذه الأرضية باستعمال طريقة الإحداثيات القطبية
- 2- أحسب قيمة السميت الاحداثي G_{AB} علما أن السميت الاحداثي $G_{DA} = 349.65gr$ و زاوية الركن $\alpha = 73,35gr$
- 3- أحسب الإحداثيات المستطيلة للنقطة A
- 4- أعد حساب مساحة هذه الأرضية باستعمال طريقة الإحداثيات القائمة

التمرين الرابع: (4 ن):

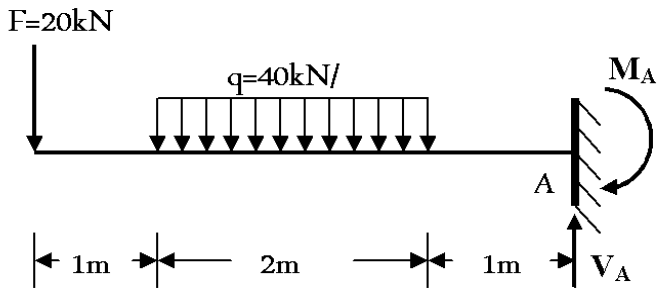
أكمل ملء جدول المظهر العرضي ثم احسب مساحتي الحفر و الردم

الاسم و اللقب.....



منسوب خط التربة			28.00		
منسوب خط المشروع			29.05		
المسافات الجزئية					1.00
المسافات المتراكمة	5.00		0.00		5.00

المساحة	الردم: $S = \dots\dots\dots$	الحفر: $S = \dots\dots\dots$	الردم: $S = \dots\dots\dots$	الحفر: $S = \dots\dots\dots$
---------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------



$$\sum M/A = 0 \Rightarrow M_A - 4F - 2q(2) = 0$$

$$\Rightarrow M_A = 4(20) + 4(40) = 240kN \cdot m$$

$$\sum F/y = 0 \Rightarrow -F - 2q + V_A = 0$$

$$\Rightarrow V_A = 20 + 2(40) = 100kN$$

$0 \leq x \leq 1$

$$T(x) = -F = -20kN$$

$$M(x) = -F \cdot x = -20 \cdot x$$

$$M(0) = 0; M(1) = -20kN \cdot m$$

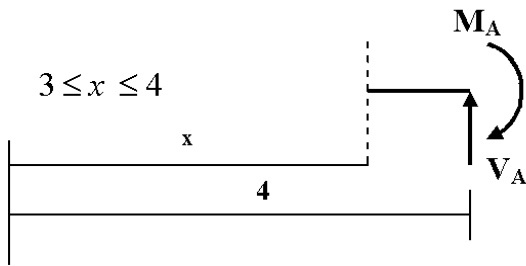
$1 \leq x \leq 3$

$$T(x) = -F - q(x - 1) = -40x + 20$$

$$T(1) = -20kN; T(3) = -100kN$$

$$M(x) = -F \cdot x - \frac{1}{2}q(x - 1)^2 = -20x^2 + 20x - 20$$

$$M(1) = -20kN \cdot m; M(3) = -140kN \cdot m$$

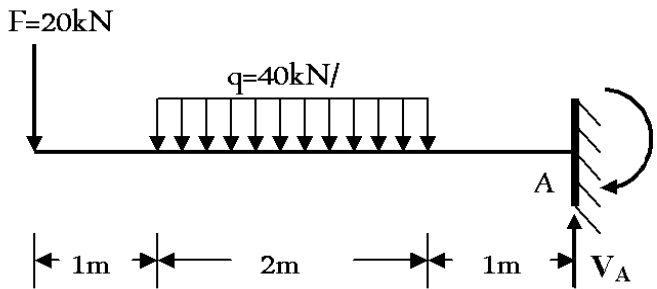
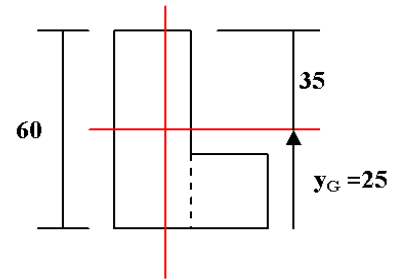


$$T(x) = -V_A = -100kN$$

$$M(x) = -M_A + V_A(4 - x)$$

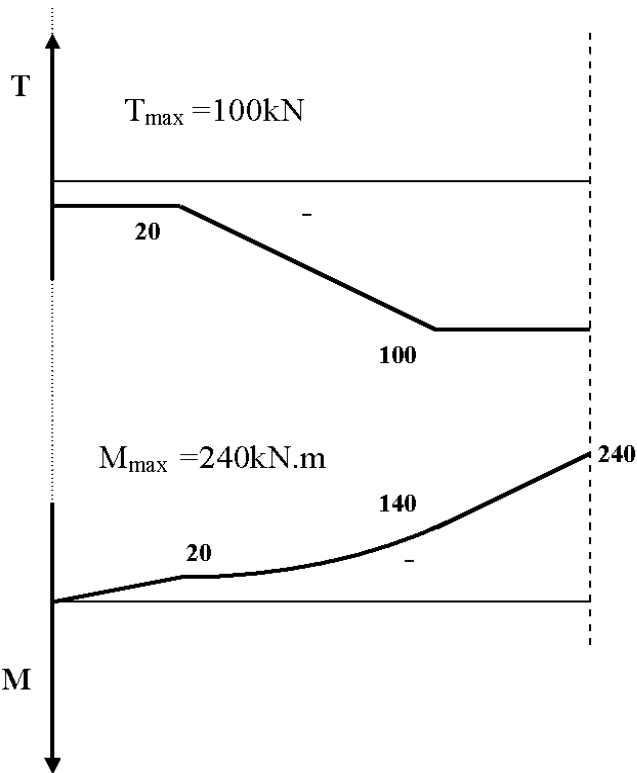
$$M(x) = -240 + 100(4 - x)$$

$$M(3) = -140; M(4) = -240kN \cdot m$$



$$x_G = \frac{s_1 x_1 + s_2 x_2}{s_1 + s_2} = \frac{(60 \cdot 20)10 + (20 \cdot 20)30}{(60 \cdot 20) + (20 \cdot 20)} = 15cm$$

$$y_G = \frac{s_1 y_1 + s_2 y_2}{s_1 + s_2} = \frac{(60 \cdot 20)30 + (20 \cdot 20)10}{(60 \cdot 20) + (20 \cdot 20)} = 25cm$$



$$I_x = \frac{20(60)^3}{12} + (60 \cdot 20)(5)^2 + \frac{20(20)^3}{12} + (20 \cdot 20)(15)^2$$

$$I_x = 493333,33cm^4$$

$$\sigma_{max} = \frac{M}{I_x} \cdot y_{max} = \frac{240 \cdot 10^4}{493333,33} \cdot 35 = 170,27daN / cm^2 \leq \bar{\sigma}$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

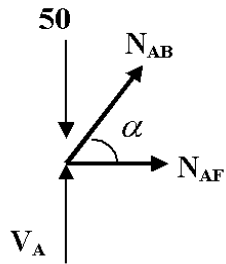
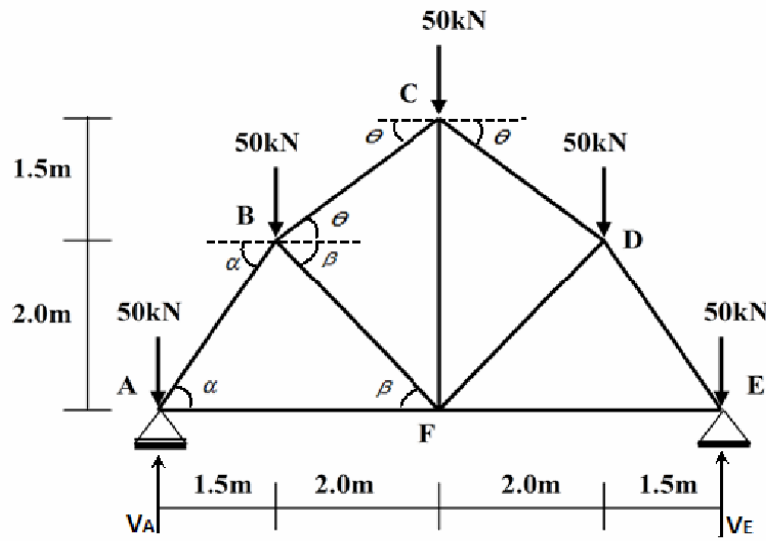
$$\sin \beta = \cos \beta = 0.707$$

$$b = 2n - 3 = 9 = 2(6) - 3 = 9$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$\sin \theta = 0,6 \quad \cos \theta = 0,8$$

$$V_A = V_E = \frac{\Sigma F}{2} = \frac{5(50)}{2} = 125kN$$



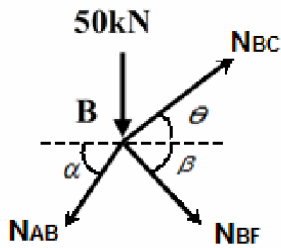
$$\Sigma F / y = 0 \Rightarrow N_{AB} \sin \alpha - 50 + V_A = 0$$

$$\Rightarrow N_{AB} = \frac{50 - 125}{0,8} = -93,75kN$$

$$\Sigma F / x = 0 \Rightarrow N_{AF} + N_{AB} \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow N_{AF} = -N_{AB} \cos \alpha = 93,75(0,6)$$

$$\Rightarrow N_{AF} = 56,25kN$$



$$\Sigma F / x = 0 \Rightarrow N_{BC} \cos \theta + N_{BF} \cos \beta - N_{AB} \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow N_{BC} \cos \theta + N_{BF} \cos \beta = N_{AB} \cos \alpha$$

$$\Rightarrow 0,8N_{BC} + 0,707N_{BF} = -93,75(0,6)$$

$$\Rightarrow 0,8N_{BC} + 0,707N_{BF} = -56,25 \dots (1)$$

$$\Sigma F / y = 0 \Rightarrow N_{BC} \sin \theta - N_{BF} \sin \beta - N_{AB} \sin \alpha - 50 = 0$$

$$\Rightarrow N_{BC} \sin \theta - N_{BF} \sin \beta = N_{AB} \sin \alpha + 50$$

$$\Rightarrow 0,6N_{BC} - 0,707N_{BF} = -93,75(0,8) + 50$$

$$\Rightarrow 0,6N_{BC} - 0,707N_{BF} = -25 \dots (2)$$

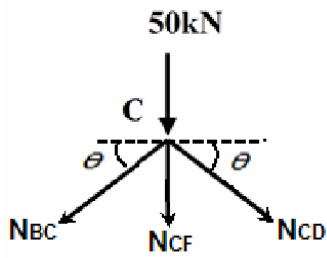
$$\begin{cases} 0,8N_{BC} + 0,707N_{BF} = -56,25 \dots (1) \\ 0,6N_{BC} - 0,707N_{BF} = -25 \dots (2) \end{cases}$$

$$1,4N_{BC} = -81,25 \Rightarrow N_{BC} = -\frac{81,25}{1,4} = -58,04kN$$

$$0,6N_{BC} - 0,707N_{BF} = -25 \dots (2)$$

$$0,707N_{BF} = 0,6N_{BC} + 25 \Rightarrow N_{BF} = \frac{0,6N_{BC} + 25}{0,707}$$

$$\Rightarrow N_{BF} = \frac{0,6(-58,04) + 25}{0,707} = -13,89kN$$



بالتناظر $N_{BC} = N_{CD}$

$$\begin{aligned} \sum F / y = 0 &\Rightarrow -N_{CF} - 2N_{BC} \sin \theta - 50 = 0 \\ \Rightarrow N_{CF} &= -2N_{BC} \sin \theta - 50 = -2(-58,04)(0,6) - 50 \\ \Rightarrow N_{CF} &= 19,64kN \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} &\Rightarrow \frac{N_{AB}}{S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_{AB}}{\bar{\sigma}} \\ \Rightarrow S &\geq \frac{93,75 \cdot 10^2}{1875} = 5cm^2 \end{aligned}$$

الطبيعة	الشدة	القضبان
ضغط	93.75	AB
ضغط	58.04	BC
شد	56.25	AF
ضغط	13.89	BF
شد	19.64	CF
ضغط	93.75	DE
ضغط	58.04	CD
شد	56.25	EF
ضغط	13.89	EF

التمرين الثالث:

$$L_{BC} = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2} \Rightarrow L_{BC} = \sqrt{20^2 + (-40)^2} = 44,72m$$

$$L_{BM} = \frac{L_{BC}}{2} = \frac{44,72}{2} = 22,36m$$

$$\begin{cases} \Delta X_{BC} = 20 \\ \Delta Y_{BC} = -40 \end{cases} \Rightarrow G_{BC} = 200 - g$$

$$tg(g) = \left| \frac{\Delta X_{BC}}{\Delta Y_{BC}} \right| = \frac{20}{40} = 0,5 \Rightarrow g = 29,52gr$$

$$\Rightarrow G_{BC} = 200 - 29,52 = 170,48gr$$

$$\Rightarrow G_{BC} = G_{BM} = 170,48gr$$

$$X_M = X_B + L_{BM} \sin G_{BM} = 40 + 22,36 \sin 170,48gr = 50$$

$$Y_M = Y_B + L_{BM} \cos G_{BM} = 60 + 22,36 \cos 170,48gr = 40$$

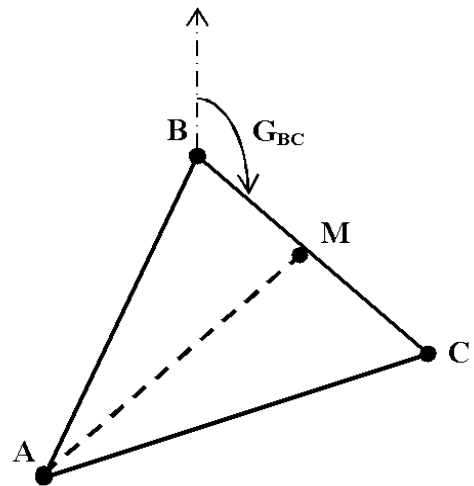
$$M(50; 40)$$

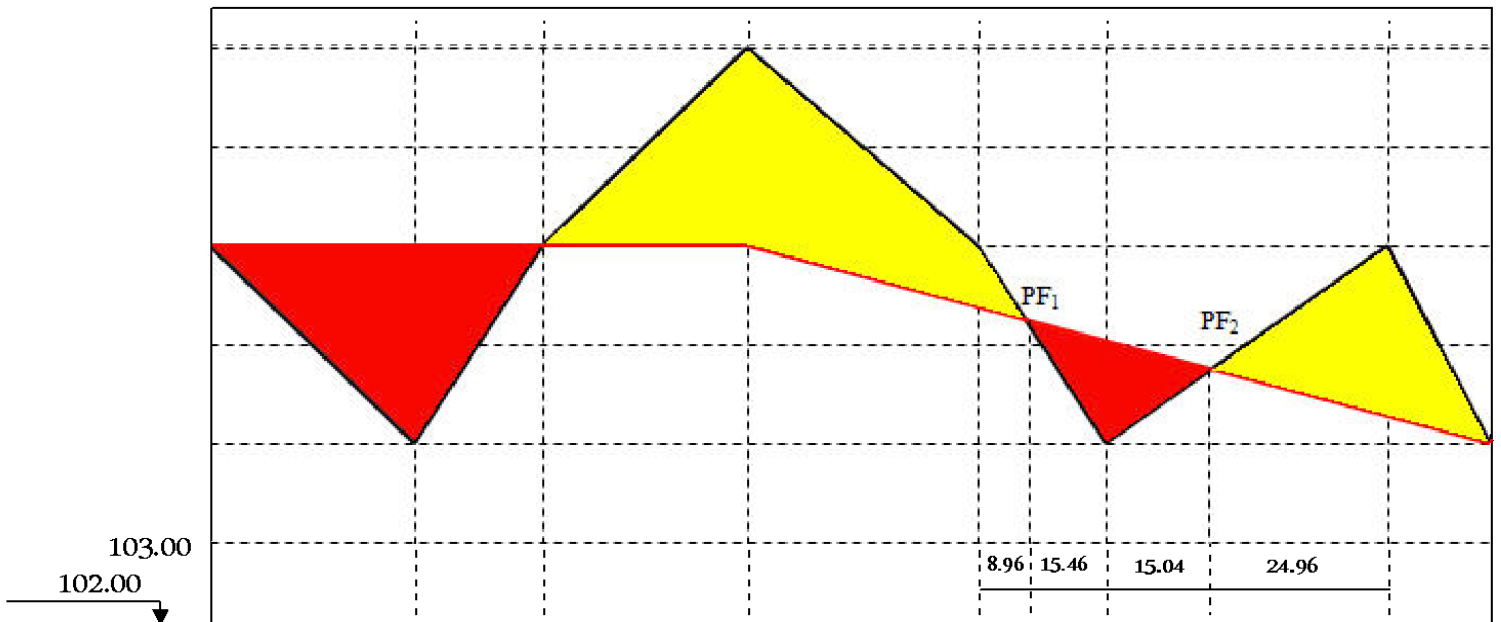
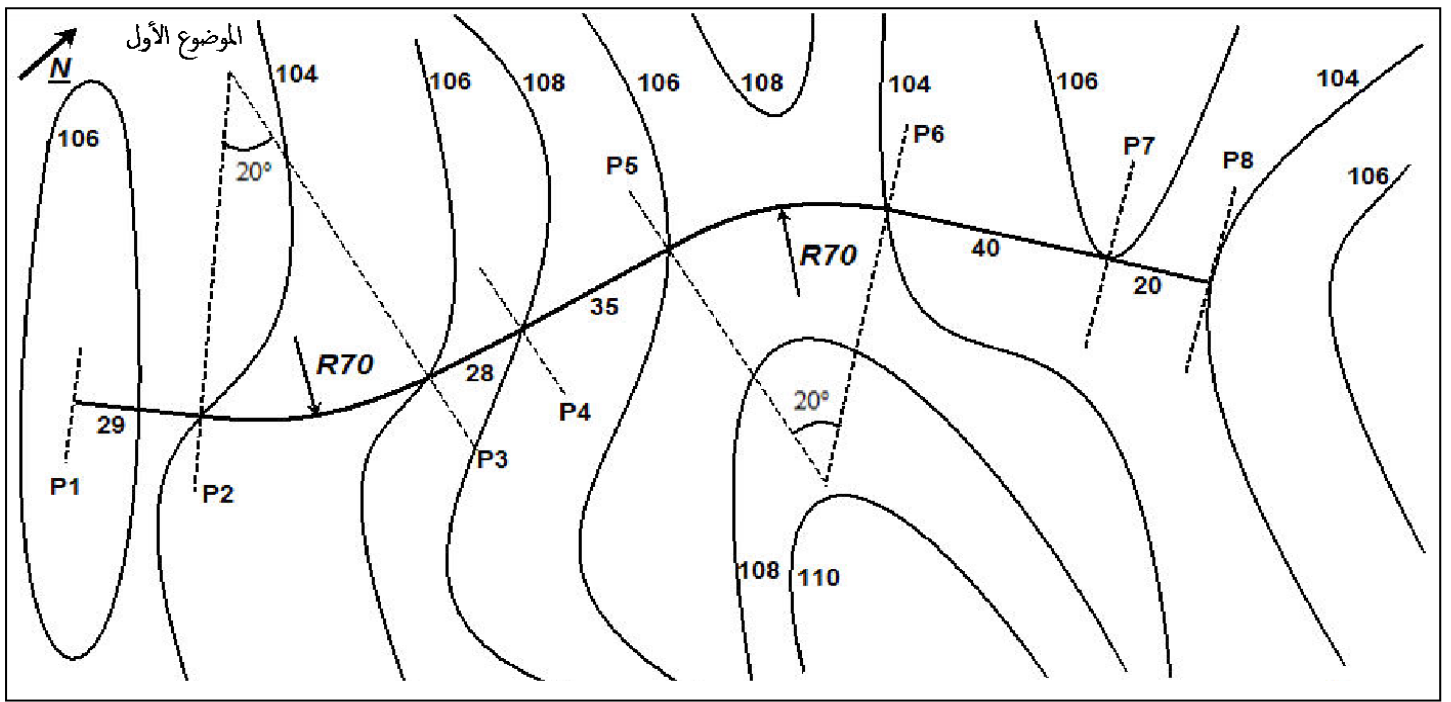
$$S_{ABM} = \frac{1}{2} [x_A (y_M - y_B) + x_B (y_A - y_M) + x_M (y_B - y_A)]$$

$$S_{ABM} = \frac{1}{2} [10(40 - 60) + 40(10 - 40) + 50(60 - 10)] = 550m^2$$

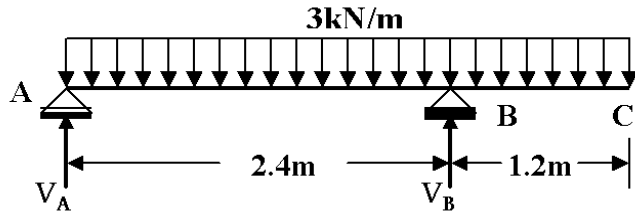
$$S_{AMC} = S_{ABC} - S_{ABM} = 1100 - 550 = 550m^2$$

	A	B	C
X	10	40	60
Y	10	60	20





أرقام المظاهر	1	2	3	4	5	6	7	8
منسوب خط التربة	106.00	104.00	106.00	108.00	106.00	104.00	106.00	104.00
منسوب خط المشروع	106.00	106.00	106.00	106.00	105.42	105.00	104.34	104.00
المسافات الجزئية	29.00	24.42	28.00	35.00	24.42	40.00	20.00	
المسافات المتراكمة	0.00	29.00	53.42	81.42	116.42	140.84	180.84	200.84
ميل المشروع	0.00%			1.67%				
المستقيمت و المتعرجات	استقامة على طول 29.00m		L=24.42 R=70 α=20°		استقامة على طول 63.00m		L=24.42 R=70 α=20°	



$$0 \leq x \leq 2,4$$

$$T(x) = -3x + 2,7$$

$$T(0) = 2,7kN ; T(2,4) = -4,5kN$$

$$T(x) = 0 \Rightarrow -3x + 2,7 = 0 \Rightarrow x = 0,9$$

$$2,4 \leq x \leq 3,6$$

$$T(x) = 3(3,6 - x) = -3x + 10,8$$

$$T(2,4) = 3,6kN ; T(3,6) = 0kN$$

$$\Sigma M /_A = 0 \Rightarrow 2,4V_B - 3(3,6)(1,8) = 0$$

$$\Rightarrow V_B = 8,1kN$$

$$\Sigma F /_y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - 3(3,6) = 0$$

$$V_A = 10,8 - 8,1 = 2,7kN$$

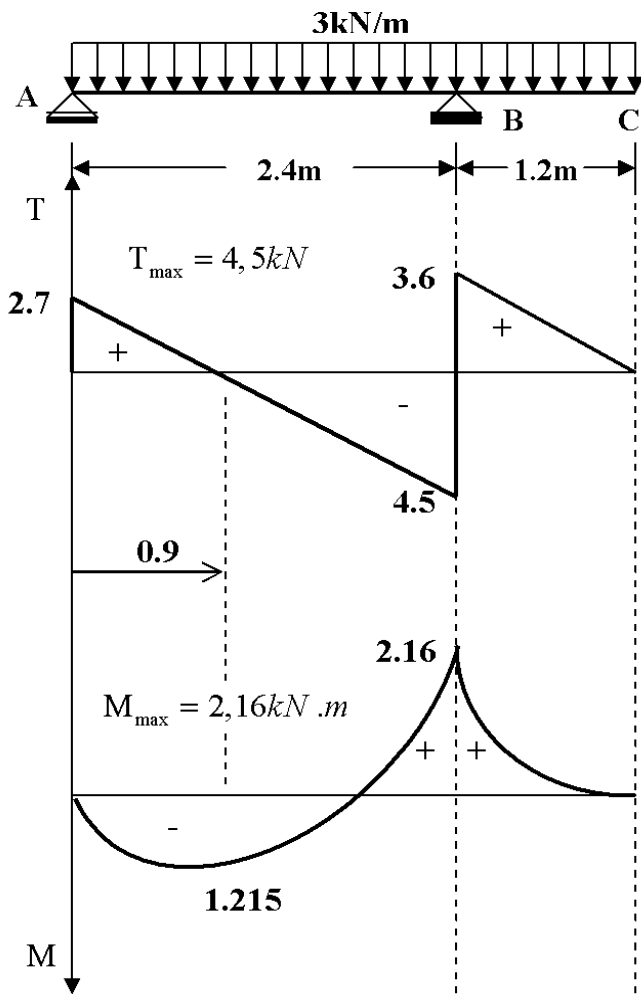
$$M(x) = -\frac{3}{2}x^2 + 2,7x$$

$$M(0) = 0 ; M(2,4) = -2,16kN.m$$

$$M(0,9) = 1,215kN.m$$

$$M(x) = -\frac{3}{2}(3,6 - x)^2$$

$$M(2,4) = -2,16kN.m ; M(3,6) = 0$$



$$W_x = \frac{\frac{bh^3}{12}}{\frac{h}{2}} = \frac{bh^3}{12} \cdot \frac{2}{h} = \frac{bh^2}{6}$$

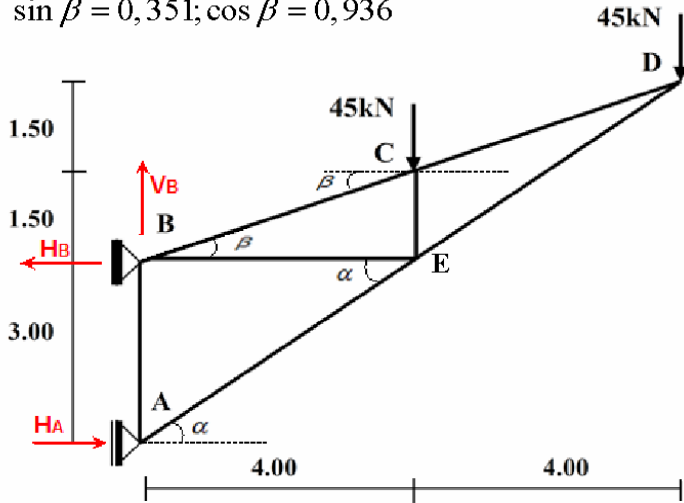
$$\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{M_{\max}}{W_x} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{W_x}{M_{\max}} \geq \frac{1}{\bar{\sigma}} \Rightarrow W_x \geq \frac{M_{\max}}{\bar{\sigma}}$$

$$\frac{bh^2}{6} \geq \frac{M_{\max}}{\bar{\sigma}} \Rightarrow b \geq \frac{6M_{\max}}{h^2 \bar{\sigma}}$$

$$b \geq \frac{6 \cdot 2,16 \cdot 10^3}{(0,15)^2 \cdot 12 \cdot 10^6} = 0,048m = 48mm$$

$\sin \alpha = 0,6; \cos \alpha = 0,8$

$\sin \beta = 0,351; \cos \beta = 0,936$



$b = 2n - 3 \Rightarrow 7 = 2(5) - 3 = 7$

$\Sigma M /_B = 0 \Rightarrow 3H_A + 4(45) + 8(45) = 0$

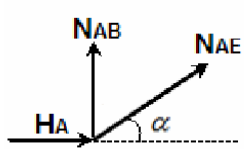
$\Rightarrow H_A = \frac{12(45)}{3} = 4(45) = 180kN$

$\Sigma F /_y = 0 \Rightarrow V_B - 45 - 45 = 0$

$\Rightarrow V_B = 90kN$

$\Sigma F /_x = 0 \Rightarrow H_A - H_B = 0$

$\Rightarrow H_B = H_A = 180kN$

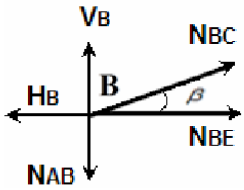


$\Sigma F /_x = 0 \Rightarrow N_{AE} \cos \alpha + H_A = 0$

$\Rightarrow N_{AE} = -\frac{H_A}{\cos \alpha} = -\frac{180}{0,8} = -225kN$

$\Sigma F /_y = 0 \Rightarrow N_{AE} \sin \alpha + N_{AB} = 0$

$\Rightarrow N_{AB} = -N_{AE} \sin \alpha = -(-225)(0,6) = 135kN$



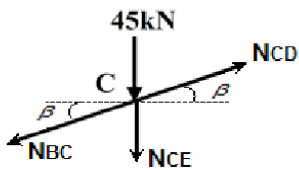
$\Sigma F /_y = 0 \Rightarrow N_{BC} \sin \beta - N_{AB} + V_B = 0$

$\Rightarrow N_{BC} = \frac{N_{AB} - V_B}{\sin \beta} = \frac{135 - 90}{0,351} = 128,21kN$

$\Sigma F /_x = 0 \Rightarrow N_{BE} + N_{BC} \cos \beta - H_B = 0$

$\Rightarrow N_{BE} = -N_{BC} \cos \beta + H_B$

$\Rightarrow N_{BE} = -128,21(0,936) + 180 = 60kN$

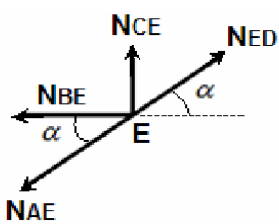


$\Sigma F /_x = 0 \Rightarrow N_{CD} \cos \beta - N_{BC} \cos \beta = 0$

$\Rightarrow N_{CD} = N_{BC} = 128,21kN$

$\Sigma F /_y = 0 \Rightarrow -N_{CE} - 45 = 0$

$\Rightarrow N_{CE} = -45kN$



$\Sigma F /_x = 0 \Rightarrow N_{ED} \cos \alpha - N_{AE} \cos \alpha - N_{BE} = 0$

$\Rightarrow N_{ED} = \frac{N_{AE} \cos \alpha + N_{BE}}{\cos \alpha} = \frac{-225(0,8) + 60}{0,8} = -150kN$

$\sigma = \frac{N_{AE}}{S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_{AE}}{\bar{\sigma}} = \frac{225 \cdot 10^2}{7300} = 3,08 \Rightarrow 40 \times 4$

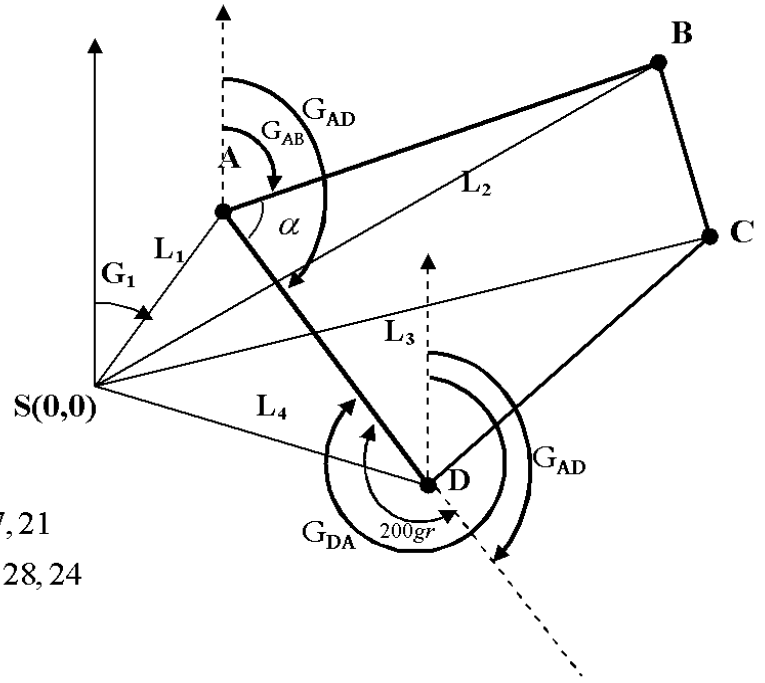
الطبيعة	الشدة	القضبان
شد	135	AB
ضغط	225	AE
شد	128.21	BC
شد	60	BE
شد	128.21	CD
ضغط	45	CE
ضغط	150	DE

$$S = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} (29,15)(91,15)\sin(59,16-15,91) \\ + (91,15)(85,90)\sin(78,92-59,16) \\ + (85,90)(52,48)\sin(117,70-78,92) \\ + (52,48)(29,15)\sin(15,91-117,70) \end{bmatrix} = 2555,52m^2$$

$$G_{AB} = G_{AD} - \alpha = (G_{DA} - 200) - \alpha$$

$$\Rightarrow G_{AB} = (349,65 - 200) - 73,35$$

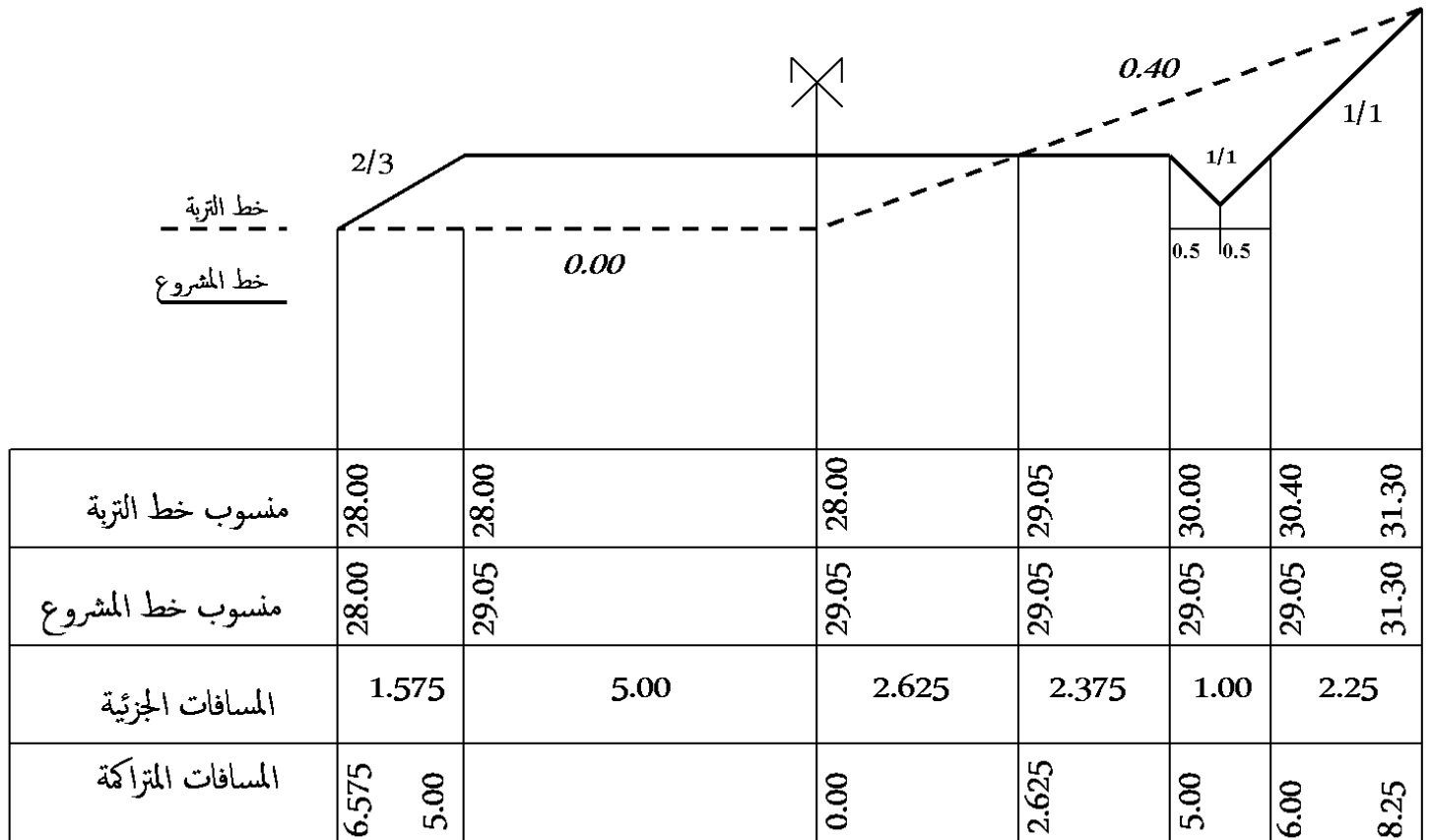
$$\Rightarrow G_{AB} = 149,65 - 73,35 = 76,30gr$$



$$x_A = x_S + L_{SA} \sin G_{SA} = 0 + 29,15 \sin 15,91 = 7,21$$

$$y_A = y_S + L_{SA} \cos G_{SA} = 0 + 29,15 \cos 15,91 = 28,24$$

$$S = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 7,21(-14,14 - 54,31) + 73,20(28,24 - 27,67) \\ + 81,32(54,31 + 14,14) + 50,54(27,67 - 28,24) \end{bmatrix} = 2542,87m^2$$



المساحة	الردم: S = 6.08 m2	الحفر: S = 0	الردم: S = 1.38m2	الحفر: S = 4.05m2
---------	-----------------------	-----------------	----------------------	----------------------