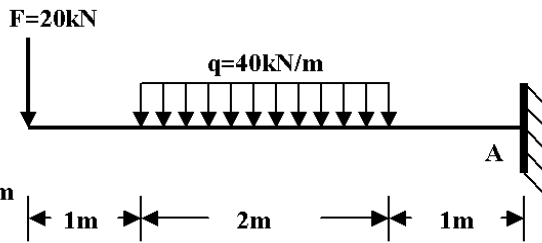
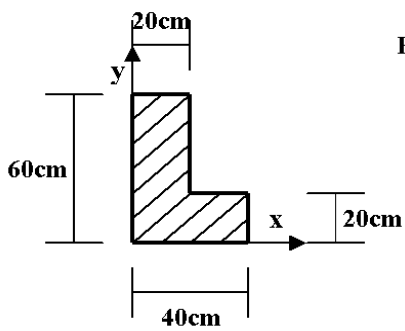


الموضوع الأول



التمرين الأول (5 ن):

نقترح دراسة رافدة معدنية تخضع إلى مجموعة من المحولات 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  $T_{max}$

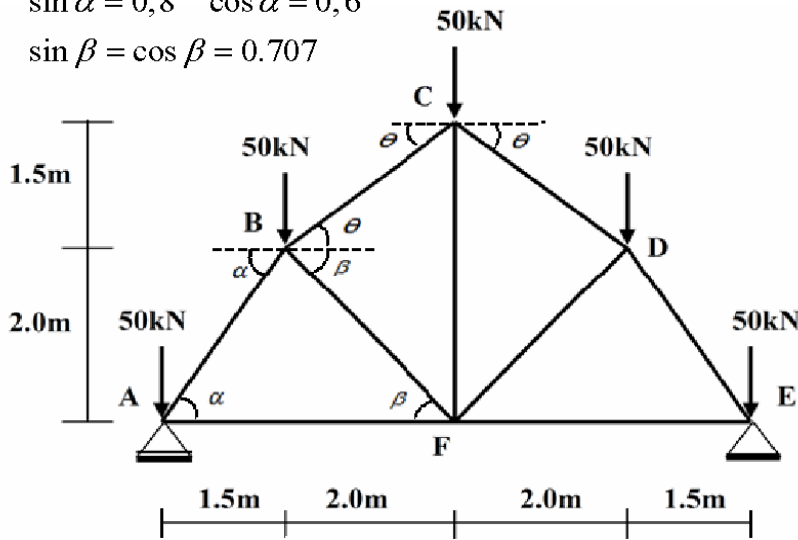
4 - احسب عزم عطالة المقطع بالنسبة للمحور الأفقي المار بمركز الثقل

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 المسندين 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

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

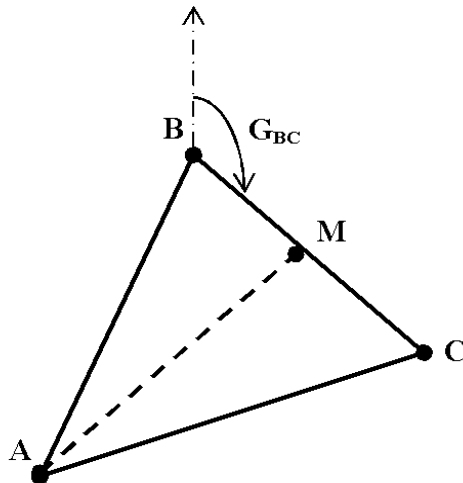
التمرين الرابع (4 ن) :

تمثل المشروع في انجاز طريق يمتد من المظهر P1 الى المظهر P8

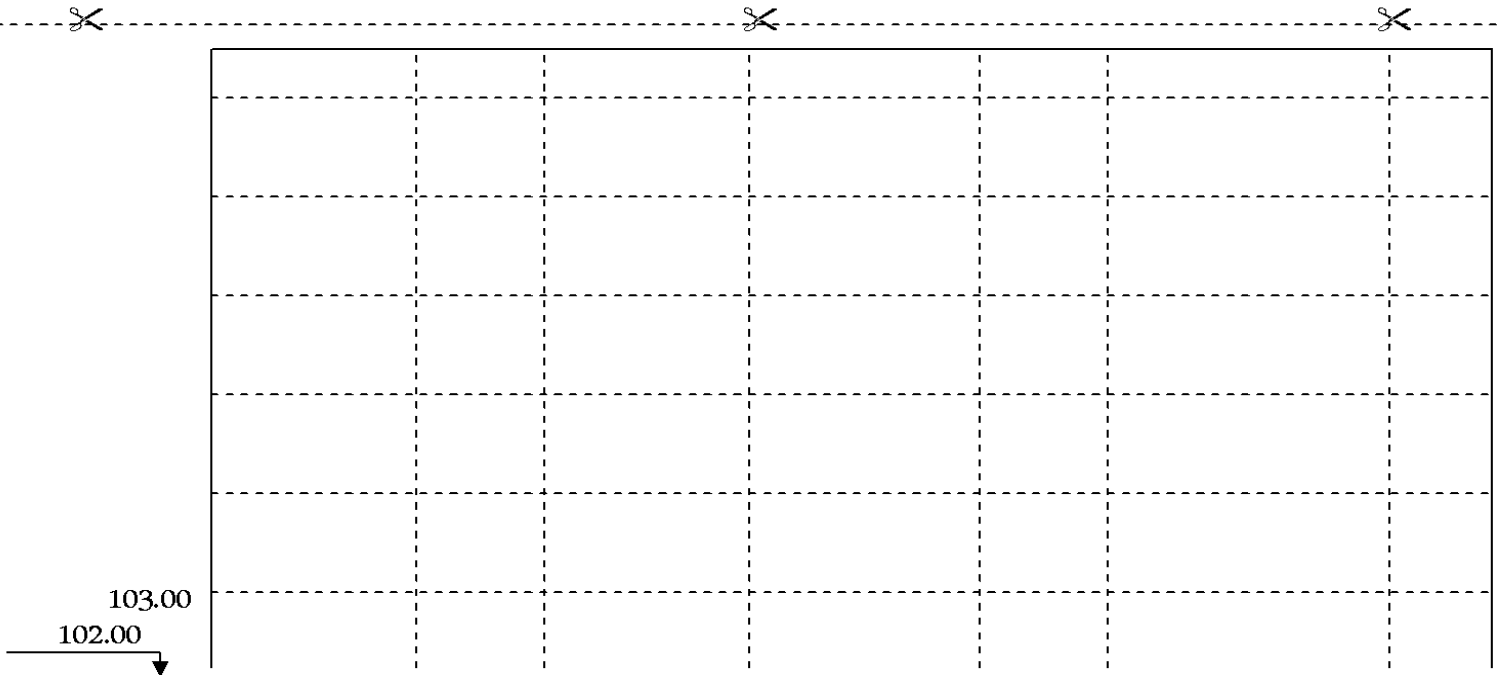
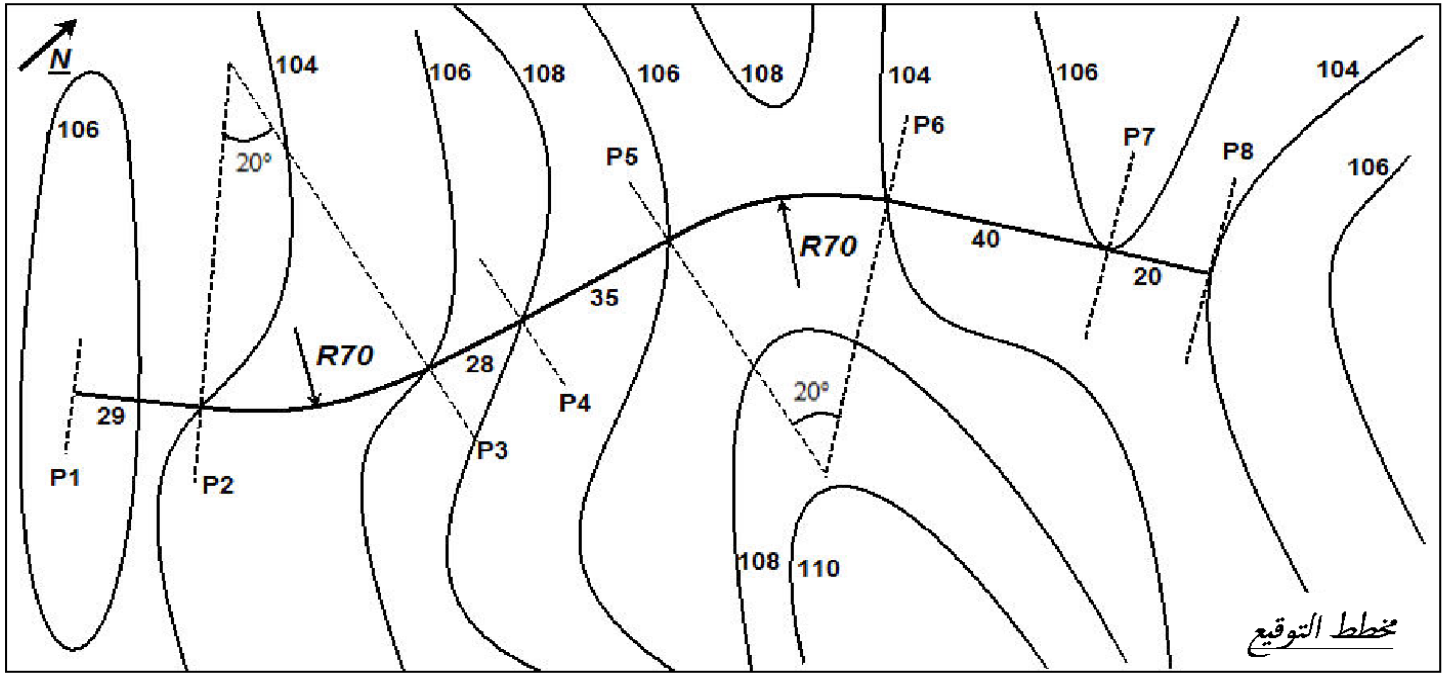
- ارتفاعات خط التربة تؤخذ من مخطط التوقيع

- 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



|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| X | 10 | 40 | 60 |
| Y | 10 | 60 | 20 |



| أرقام المظاهر       | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| منسوب خط التربة     |   |   |   |   |   |   |   |
| منسوب خط المشروع    |   |   |   |   |   |   |   |
| المسافات الجزئية    |   |   |   |   |   |   |   |
| المسافات المتراكمة  |   |   |   |   |   |   |   |
| ميلول المشروع       |   |   |   |   |   |   |   |
| المستقيمت والممرجات |   |   |   |   |   |   |   |

الموضوع الثاني

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

A: مسند بسيط B : مسند مضاعف

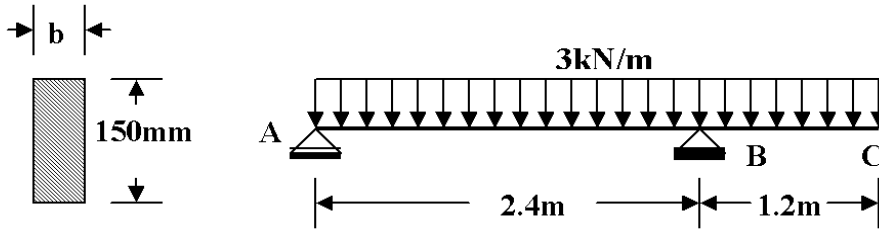
المطلوب :

1 - حساب ردود الأفعال عند المساند

2 - كتابة معادلات  $M(x)$  و  $T(x)$

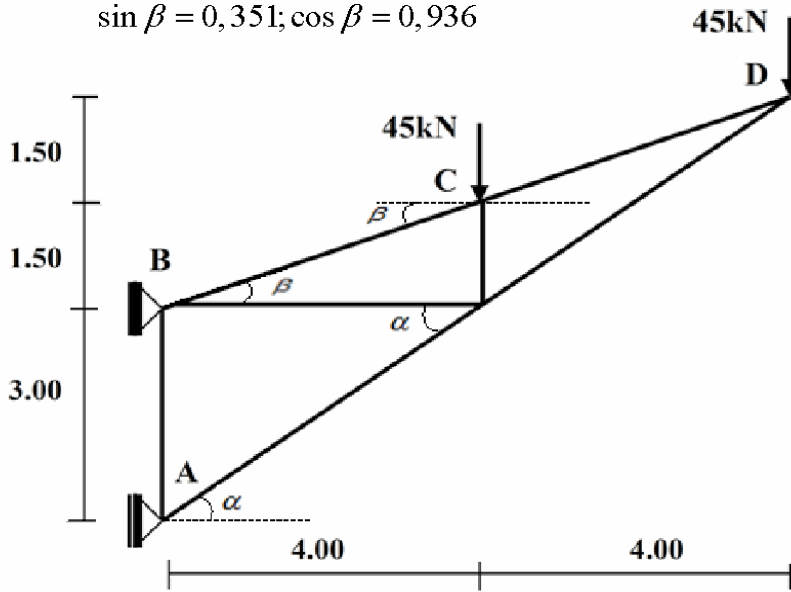
3 - رسم المنحنيات و استنتاج  $M_{max}$

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 الممين 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.

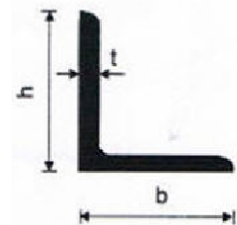
4- دون النتائج المحصل عليها في جدول.

5 - احسب مساحة مقطع القضيب الأكثر تحميلا ثم حدد نوع

الجنب في الجدول المرفق إذا علمت أن الإجهاد المسموح به

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

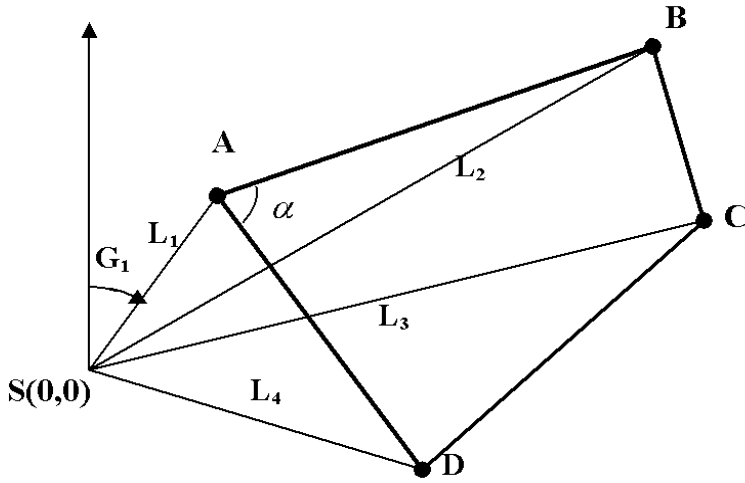
| رقم الجنب | المقطع<br>$cm^2$ | الكتلة<br>$Kg/cm^2$ | الابعاد (mm) |   |           |
|-----------|------------------|---------------------|--------------|---|-----------|
|           |                  |                     | b=h          | t | $y_s=y_s$ |
| 25x3      | 1.42             | 1.11                | 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                |



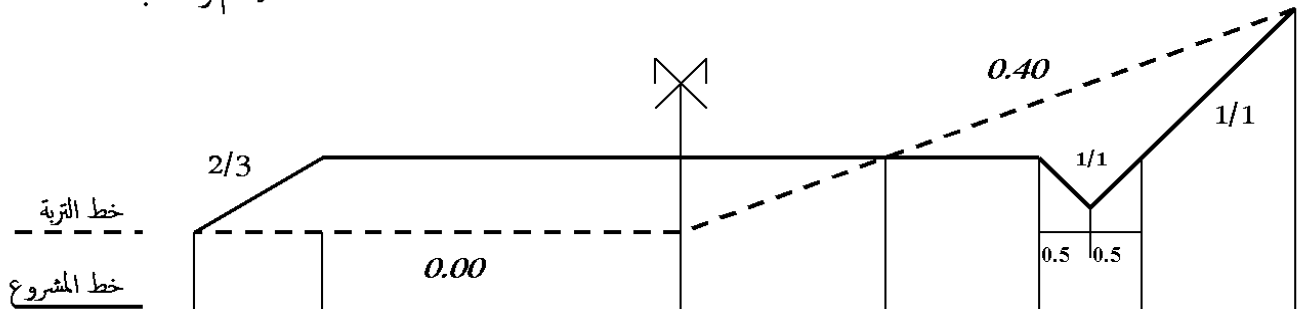
العمل المطلوب

- 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) :

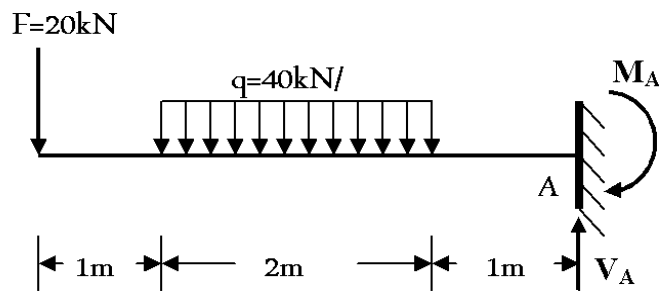
أكمل ملء جدول المظهر العرضي ثم احسب مساحتي الحفر و الردم

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 :<br>S = ..... | الحفر :<br>S = ..... | الردم :<br>S = ..... | الحفر :<br>S = ..... |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|



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

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

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

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

$$0 \leq x \leq 1$$

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

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

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

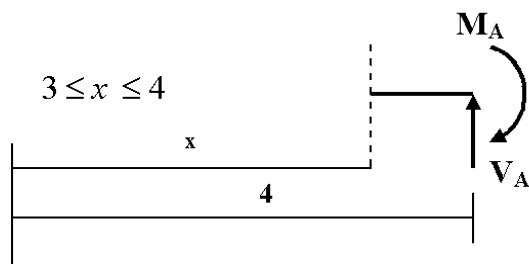
$$1 \leq x \leq 3$$

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

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

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

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



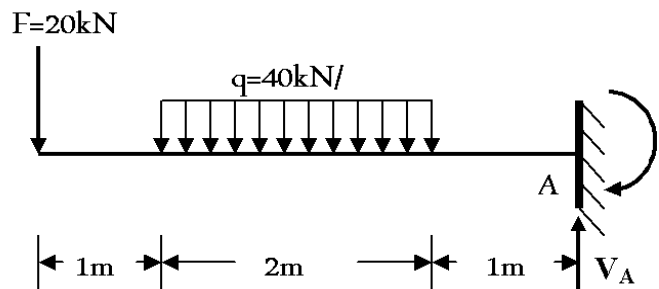
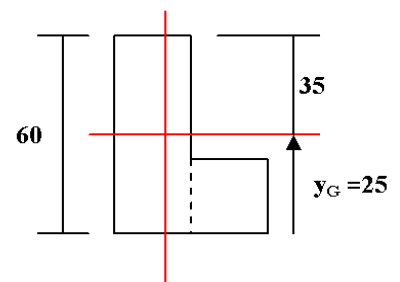
$$3 \leq x \leq 4$$

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

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

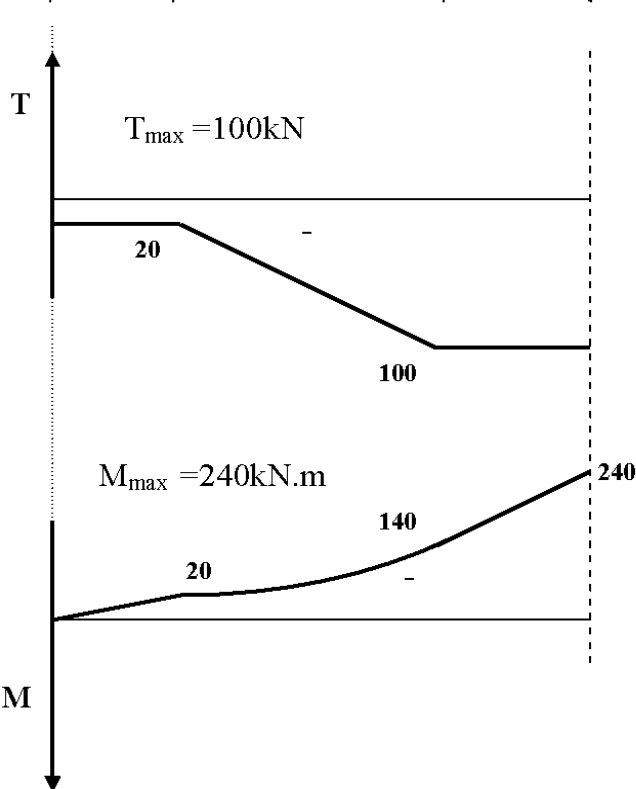
$$M(x) = -240 + 100(4-x)$$

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



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

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



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

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

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

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

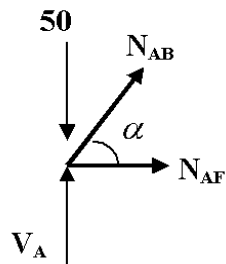
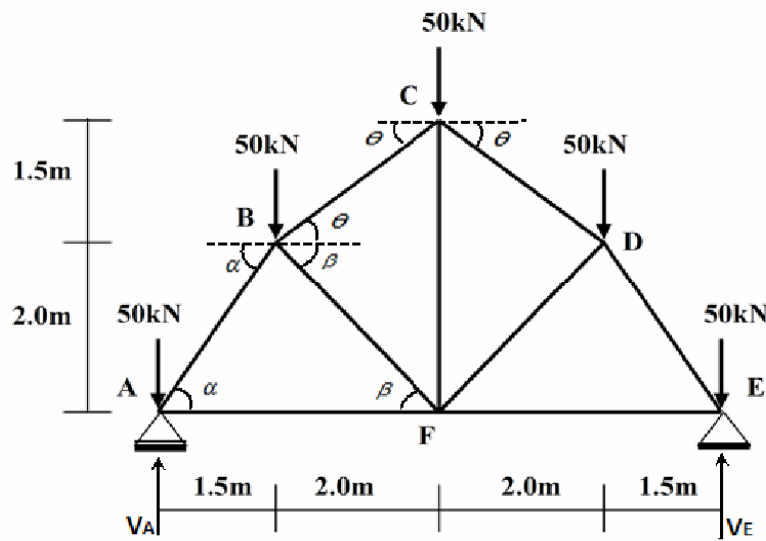
$$\sin \beta = \cos \beta = 0.707$$

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

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

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

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



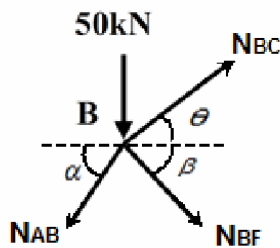
$$\Sigma F / y = 0 \Rightarrow N_{AB} \sin \alpha - 50 + V_A = 0$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

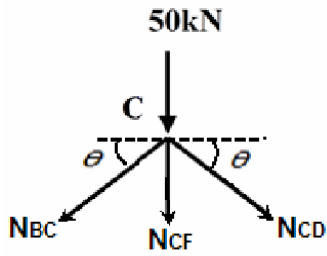
$$\begin{cases} 0,8 N_{BC} + 0,707 N_{BF} = -56,25 \dots (1) \\ 0,6 N_{BC} - 0,707 N_{BF} = -25 \dots (2) \end{cases}$$

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

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

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

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



بالتناظر  $N_{BC} = N_{CD}$

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

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

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

التمرين الثالث:

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

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

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

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

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

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

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

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

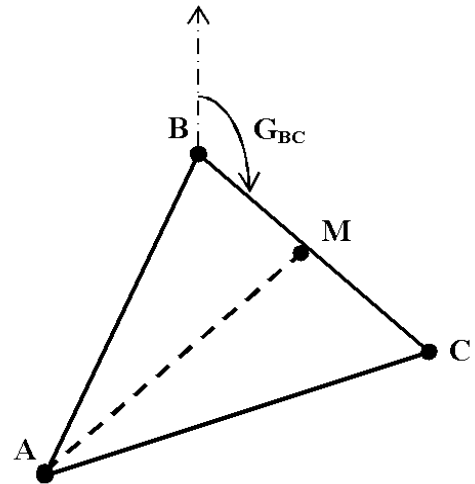
$$M(50; 40)$$

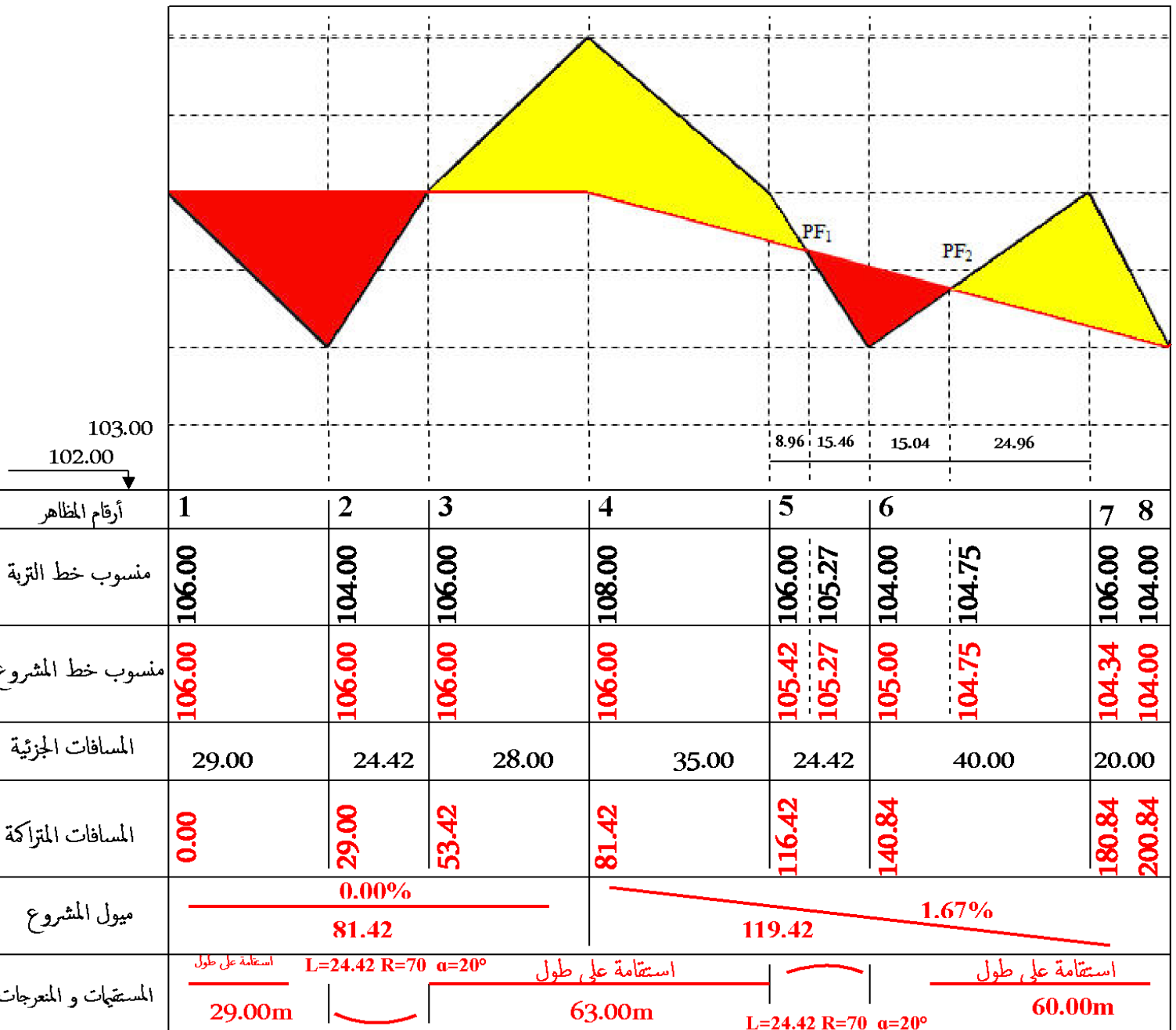
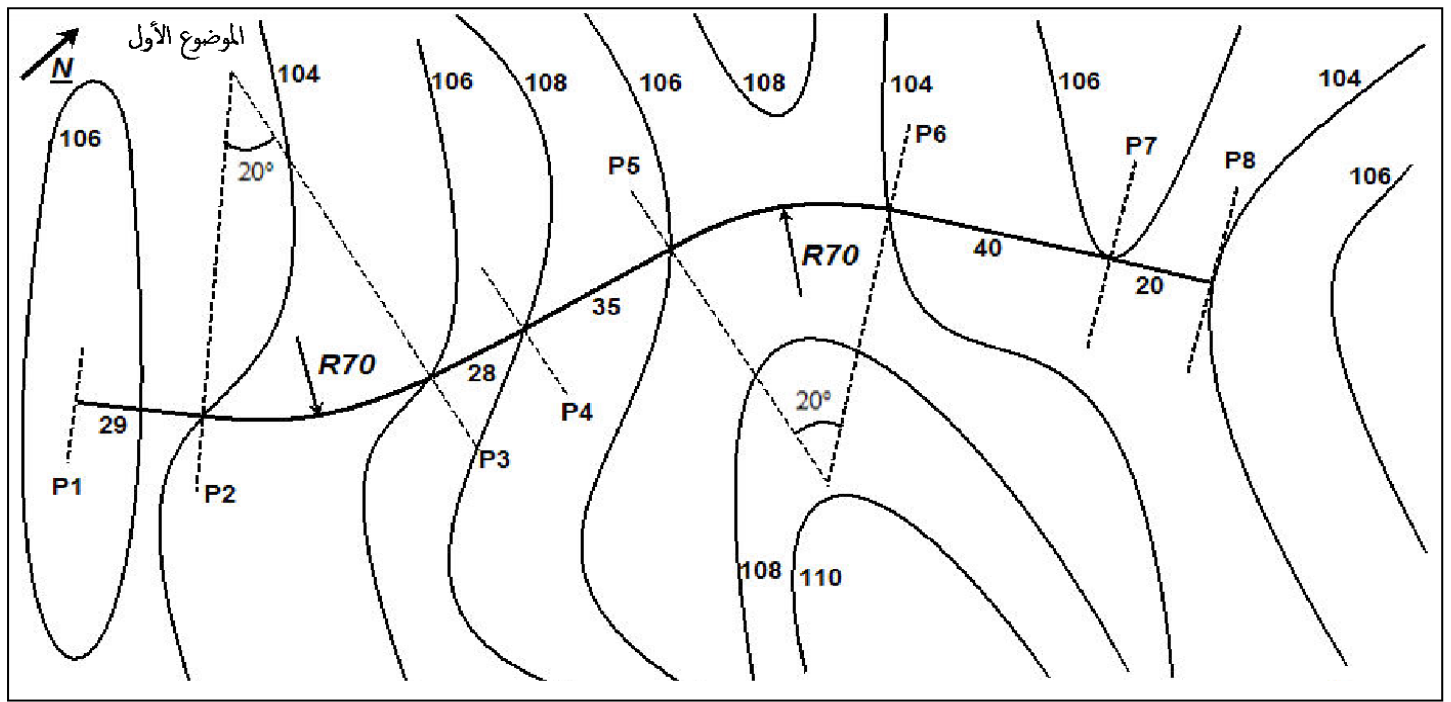
$$S_{ABM} = \frac{1}{2} [x_A (y_M - y_B) + x_B (y_A - y_M) + x_M (y_B - y_A)]$$

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

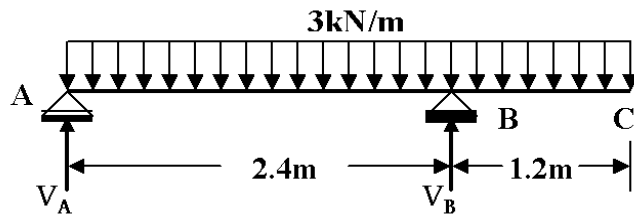
$$S_{AMC} = S_{ABC} - S_{ABM} = 1100 - 550 = 550m^2$$

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| X | 10 | 40 | 60 |
| Y | 10 | 60 | 20 |









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

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

$$T(0) = 2,7 \text{ kN}; T(2,4) = -4,5 \text{ kN}$$

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

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

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

$$T(2,4) = 3,6 \text{ kN}; T(3,6) = 0 \text{ kN}$$

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

$$\Rightarrow V_B = 8,1 \text{ kN}$$

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

$$V_A = 10,8 - 8,1 = 2,7 \text{ kN}$$

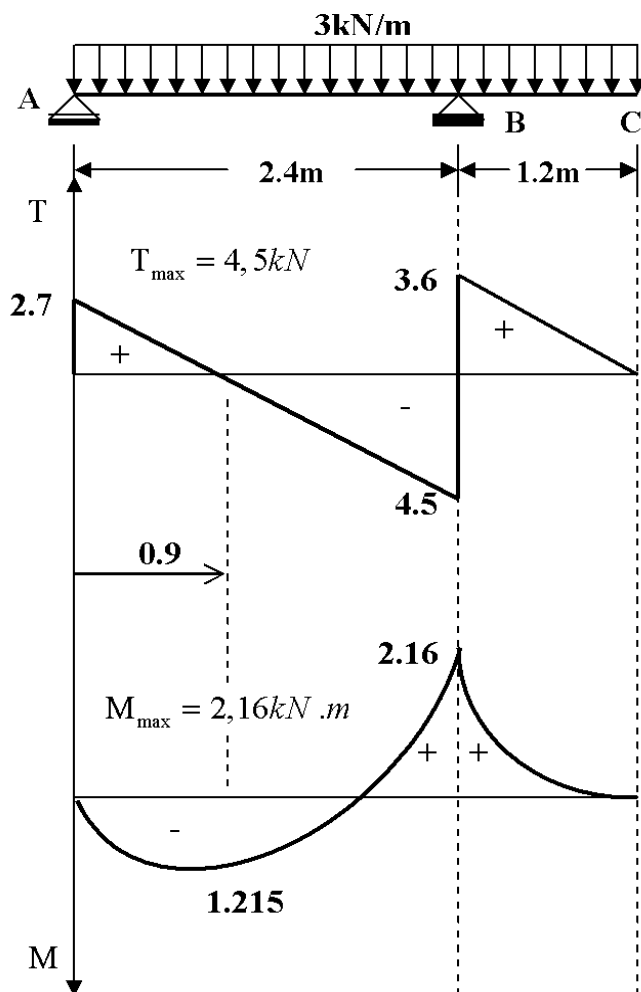
$$M(x) = -\frac{3}{2}x^2 + 2,7x$$

$$M(0) = 0; M(2,4) = -2,16 \text{ kN.m}$$

$$M(0,9) = 1,215 \text{ kN.m}$$

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

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



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

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

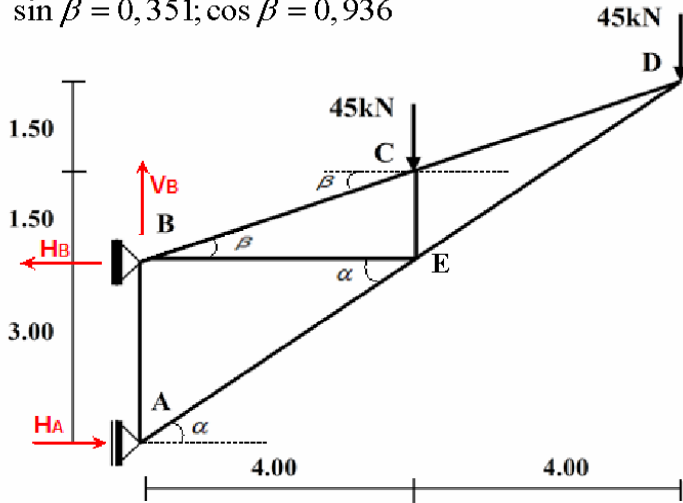
$$\frac{bh^2}{6} \geq \frac{M_{\max}}{\bar{\sigma}} \Rightarrow b \geq \frac{6M_{\max}}{h^2 \bar{\sigma}}$$

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

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

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

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



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

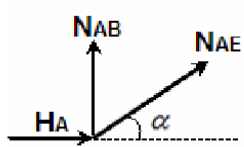
$$\Rightarrow H_A = \frac{12(45)}{3} = 4(45) = 180kN$$

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

$$\Rightarrow V_B = 90kN$$

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

$$\Rightarrow H_B = H_A = 180kN$$

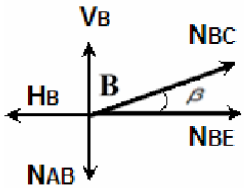


$$\Sigma F /_x = 0 \Rightarrow N_{AE} \cos \alpha + H_A = 0$$

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

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

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



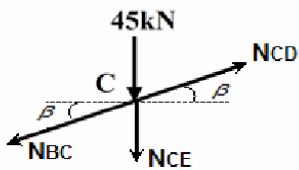
$$\Sigma F /_y = 0 \Rightarrow N_{BC} \sin \beta - N_{AB} + V_B = 0$$

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

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

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

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

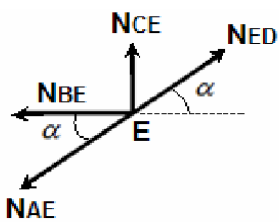


$$\Sigma F /_x = 0 \Rightarrow N_{CD} \cos \beta - N_{BC} \cos \beta = 0$$

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

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

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



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

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

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

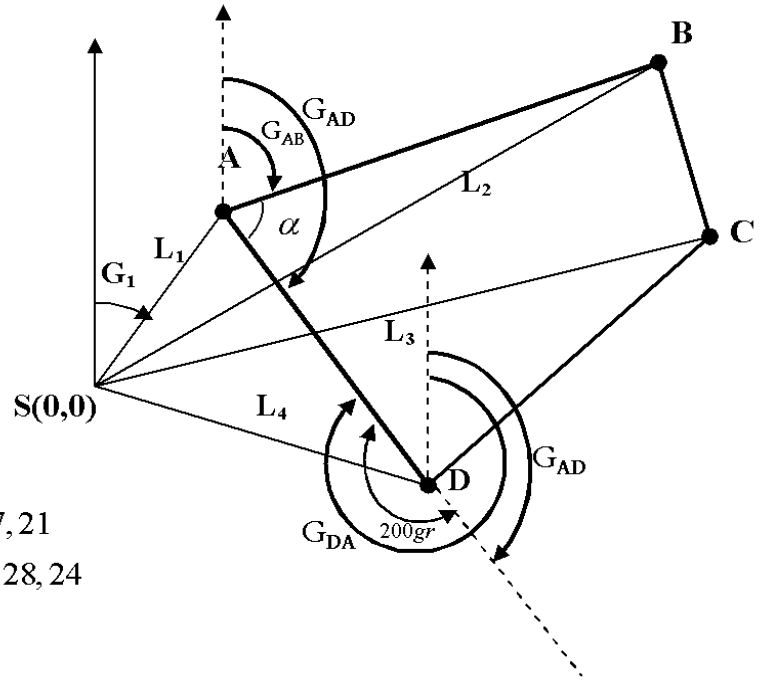
| القضبان | الشدة  | الطبيعة |
|---------|--------|---------|
| AB      | 135    | شد      |
| AE      | 225    | ضغط     |
| BC      | 128.21 | شد      |
| BE      | 60     | شد      |
| CD      | 128.21 | شد      |
| CE      | 45     | ضغط     |
| DE      | 150    | ضغط     |

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

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

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

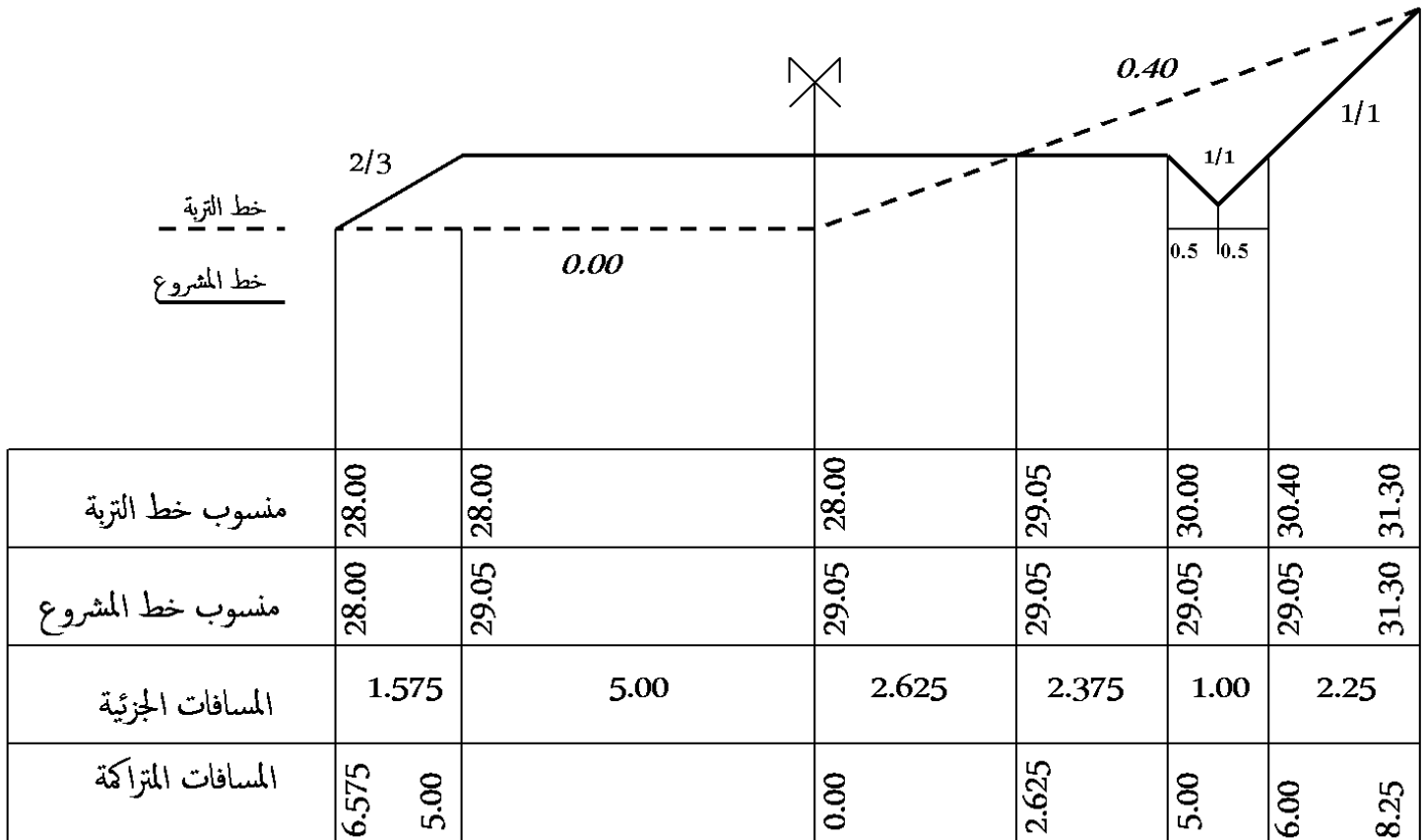
$$\Rightarrow G_{AB} = 149,65 - 73,35 = 76,30gr$$



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

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

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



|         |                          |                   |                         |                         |
|---------|--------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| المساحة | الردم:<br>$S = 6.08 m^2$ | الحفر:<br>$S = 0$ | الردم:<br>$S = 1.38m^2$ | الحفر:<br>$S = 4.05m^2$ |
|---------|--------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|