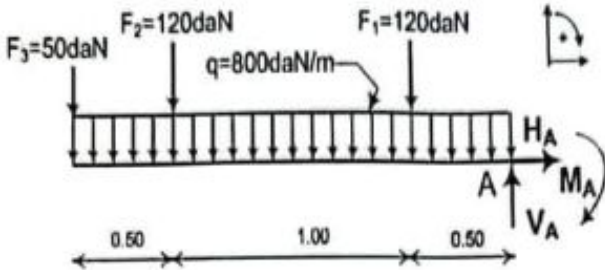
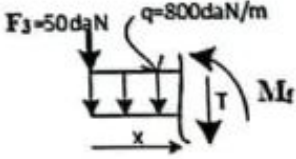
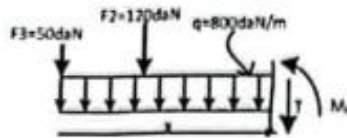


العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)												
مجموع	مجزأة													
0.75		ميكانيك مطبقة: (2 نقطة) النشاط الأول: (06 نقاط) 1- حساب ردود الأفعال :  0.25 $\sum F / xx' = 0 \Leftrightarrow H_A = 0$ $\sum F / yy' = 0 \Rightarrow V_A - 2q - F_1 - F_2 - F_3 = 0$ $V_A = (2 \times 800) + 120 + 120 + 50$ 0.25 $V_A = 1890 daN$ $\sum M / A = 0 \Leftrightarrow M_A - (2 \times q) \times 1 - F_1 \times 0.5 - F_2 \times 1.5 - F_3 \times 2 = 0$ $M_A = 1600 + 60 + 180 + 100 = 1940 daN.m$ 0.25 $M_A = 1940 daN.m$ 2- كتابة معادلات الجهد والقاطع وعزم الانحناء : المقطع الأول: $0 \leq x \leq 0.5$ 0.25 $\sum F / yy' = 0 \Leftrightarrow -T - qx - F_3 = 0$ $\Leftrightarrow T(x) = -qx - F_3 \Leftrightarrow T(x) = -800x - 50$ $\sum M / G = 0 \Leftrightarrow -M_f - q \frac{x^2}{2} - F_3 x = 0$ 0.25 $\Leftrightarrow M_f(x) = -q \frac{x^2}{2} - F_3 x \Leftrightarrow M_f(x) = -400x^2 - 50x$ 0.25 <table border="1" data-bbox="742 1697 1168 1818"> <tr> <td>x(m)</td><td>0</td><td>0.5</td></tr> <tr> <td>T (daN)</td><td>-50</td><td>-450</td></tr> </table> 0.25 <table border="1" data-bbox="742 1854 1168 1975"> <tr> <td>x(m)</td><td>0</td><td>0.5</td></tr> <tr> <td>Mf(daN.m)</td><td>0</td><td>-125</td></tr> </table> 	x(m)	0	0.5	T (daN)	-50	-450	x(m)	0	0.5	Mf(daN.m)	0	-125
x(m)	0	0.5												
T (daN)	-50	-450												
x(m)	0	0.5												
Mf(daN.m)	0	-125												



المقطع الثاني: $0.5 \leq x \leq 1.5$

0.25 $\sum F / yy' = 0 \Leftrightarrow -T - qx - F_3 - F_2 = 0$

0.25 $T(x) = -qx - F_3 - F_2 \Leftrightarrow T(x) = -800x - 170$

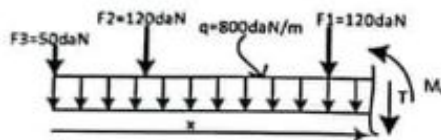
0.25 $\sum M / G = 0 \Leftrightarrow -M_f - q \frac{x^2}{2} - F_3 x - F_2 (x - 0.5) = 0$

0.25 $M_f(x) = -400x^2 - 120x + 60 - 50x$

0.25 $M_f(x) = -400x^2 - 170x + 60$

x(m)	0.5	1.5
T (daN)	-570	-1370

x(m)	0.5	1.5
Mf(daN.m)	-125	-1095



المقطع الثالث: $1.5 \leq x \leq 2$

0.25 $\sum F / yy' = 0 \Leftrightarrow -T - qx - F_3 - F_2 - F_1 = 0$

0.25 $T(x) = -qx - F_3 - F_2 - F_1 \Leftrightarrow T(x) = -800x - 290$

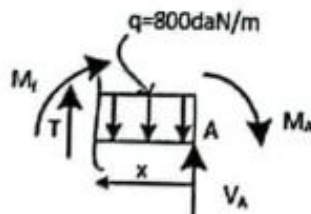
0.25 $\sum M / G = 0 \Leftrightarrow -M_f - q \frac{x^2}{2} - F_3 x - F_2 (x - 0.5) - F_1 (x - 1.5) = 0$

0.25 $M_f(x) = -400x^2 - 50x - 120x + 60 - 120x + 180$

0.25 $M_f(x) = -400x^2 - 290x + 240$

x(m)	1.5	2
T (daN)	-1490	-1890

x(m)	1.5	2
Mf(daN.m)	-1095	-1940



الطريقة الثانية للمقطع الثالث:

من اليمين الى اليسار مع تغيير المعلم:

$0 \leq x \leq 0.5$

$\sum F / yy' = 0 \Leftrightarrow T - qx + V_A = 0$

$T(x) = 800x - 1890$

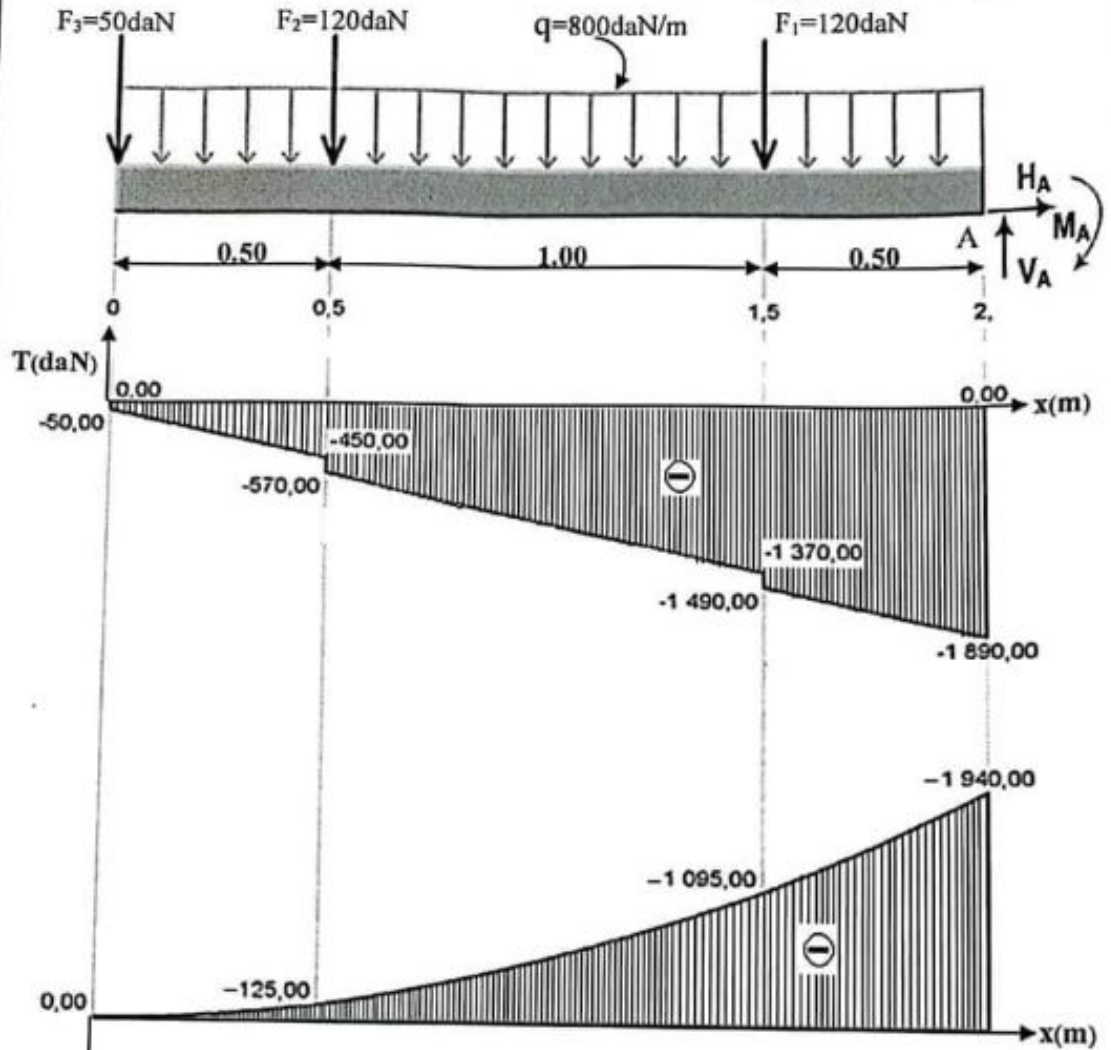
$\sum M / G = 0 \Leftrightarrow M_f + M_A + q \frac{x^2}{2} - V_A x = 0$

$M_f(x) = -400x^2 + 1890x - 1940$

x(m)	0	0.5
T (daN)	-1890	-1490

x(m)	0	0.5
Mf(daN.m)	-1940	-1095

3- رسم المنحنيين البيانيين:



$$\begin{aligned} T_{\max} &= 1890 \text{ daN} \\ M_{f, \max} &= 1940 \text{ daN.m} \end{aligned}$$

4- استنتاج القيم القصوى:

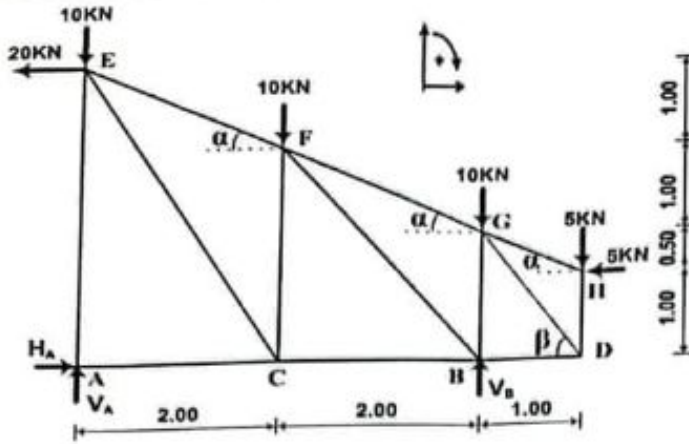
5- التحقق من مقاومة الرافدة:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f, \max}}{W_{xx'}} \leq \bar{\sigma}$$

$$\Rightarrow \sigma_{\max} = \frac{1940 \times 10^2}{146} = 1328.76 \text{ daN/cm}^2 < 1600 \text{ daN/cm}^2$$

و منه الرافدة تقاوم .

النشاط الثاني: (06 نقاط)



1- التأكد من أحادية السكون:

$$b = 2n - 3? \quad b = 13; n = 8$$

0.25

$$2n - 3 = (2 \times 8) - 3 = 13$$

0.25

اذن النظام محدد سكونيا

2- حساب ردود الأفعال عند المسندين:

0.25

$$\sum F / xx' = 0 \Leftrightarrow H_A - 20 - 5 = 0 \Rightarrow H_A = 25 \text{ KN}$$

0.50

$$\sum M / A = 0 \rightarrow -(V_B \times 4) + (5 \times 5) - (5 \times 1) + (10 \times 4) + (10 \times 2) - (20 \times 3.5) = 0$$

$$V_B = \frac{25 - 5 + 40 + 20 - 70}{4} = 2.5 \text{ KN} \Rightarrow V_B = 2.5 \text{ KN}$$

0.50

$$\sum M / B = 0 \rightarrow (V_A \times 4) + (5 \times 1) - (5 \times 1) - (10 \times 4) - (10 \times 2) - (20 \times 3.5) = 0$$

$$V_A = \frac{5 - 5 + 40 + 20 + 70}{4} = 32.5 \text{ KN} \Rightarrow V_A = 32.5 \text{ KN}$$

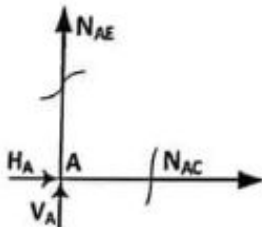
- نتأكد بالعلاقة :

$$V_A + V_B = 35 \text{ KN}$$

3- حساب الجهود الداخلية في القضبان:

دراسة العقدة A:

0.50



$$\sum F / xx' = 0 \Leftrightarrow N_{AC} + H_A = 0$$

$$N_{AC} = -H_A \Rightarrow N_{AC} = -25 \text{ KN}$$

إنضغاط

0.50

$$\sum F / yy' = 0 \Leftrightarrow N_{AE} + V_A = 0$$

$$N_{AE} = -V_A \Rightarrow N_{AE} = -32.5 \text{ KN}$$

إنضغاط

دراسة العقدة H:

0.50

$$\sum F / xx' = 0 \Leftrightarrow -N_{HG} \cdot \cos \alpha - 5 = 0$$

$$\Leftrightarrow N_{HG} = \frac{-5}{\cos \alpha} \Leftrightarrow N_{HG} = \frac{-5}{0.894} \Leftrightarrow N_{HG} = -5.59 \text{ KN}$$

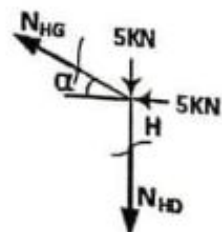
إنضغاط

0.50

$$\sum F / yy' = 0 \Leftrightarrow -N_{HD} + N_{HG} \sin \alpha - 5 = 0$$

$$\Leftrightarrow N_{HD} = N_{HG} \sin \alpha - 5 \Leftrightarrow N_{HD} = -7.5 \text{ KN}$$

إنضغاط



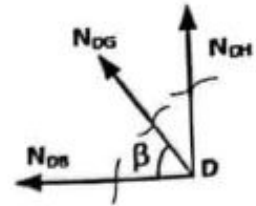
دراسة العقدة D:

$$0.50 \quad \sum F / yy' = 0 \Leftrightarrow N_{DH} + N_{DG} \sin \beta = 0$$

$$\Leftrightarrow N_{DG} = \frac{-N_{DH}}{\sin \beta} \Leftrightarrow N_{DG} = 9.01 \text{ KN} \quad \text{شد}$$

$$0.50 \quad \sum F / xx' = 0 \Leftrightarrow -N_{DB} - N_{DG} \cos \beta = 0$$

$$\Leftrightarrow N_{DB} = -N_{DG} \cos \beta \Leftrightarrow N_{DB} = -5 \text{ KN} \quad \text{انضغاط}$$



تدوين النتائج :

القضيب	قيمة الجهد (KN)	طبيعة الجهد
AC	25	انضغاط
AE	32.5	انضغاط
HG	5.59	انضغاط
HD	7.5	انضغاط
DB	5	انضغاط
DG	9.01	شد

- ملاحظة : تؤخذ بعين الاعتبار - طبيعة الجهود الداخلية- في الجدول .

4- اختيار المجنب المناسب:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{S} \leq \bar{\sigma} \Leftrightarrow S \geq \frac{N_{\max}}{\bar{\sigma}}$$

$$\Leftrightarrow S \geq \frac{32.5 \times 10^2}{1600} \Leftrightarrow S \geq 2.03 \text{ cm}^2$$

من الجدول نستنتج أن المجنب المناسب هو (35×35×3.5) حيث

$$S = 2.39 \text{ cm}^2$$

البناء:

النشاط الأول :

1. تسمية العناصر:

a: رصيف (حاشية)

b: مسلك

c: قارعة

d: فاصل أو فراغ ترابي.

2. تسمية الطبقات:

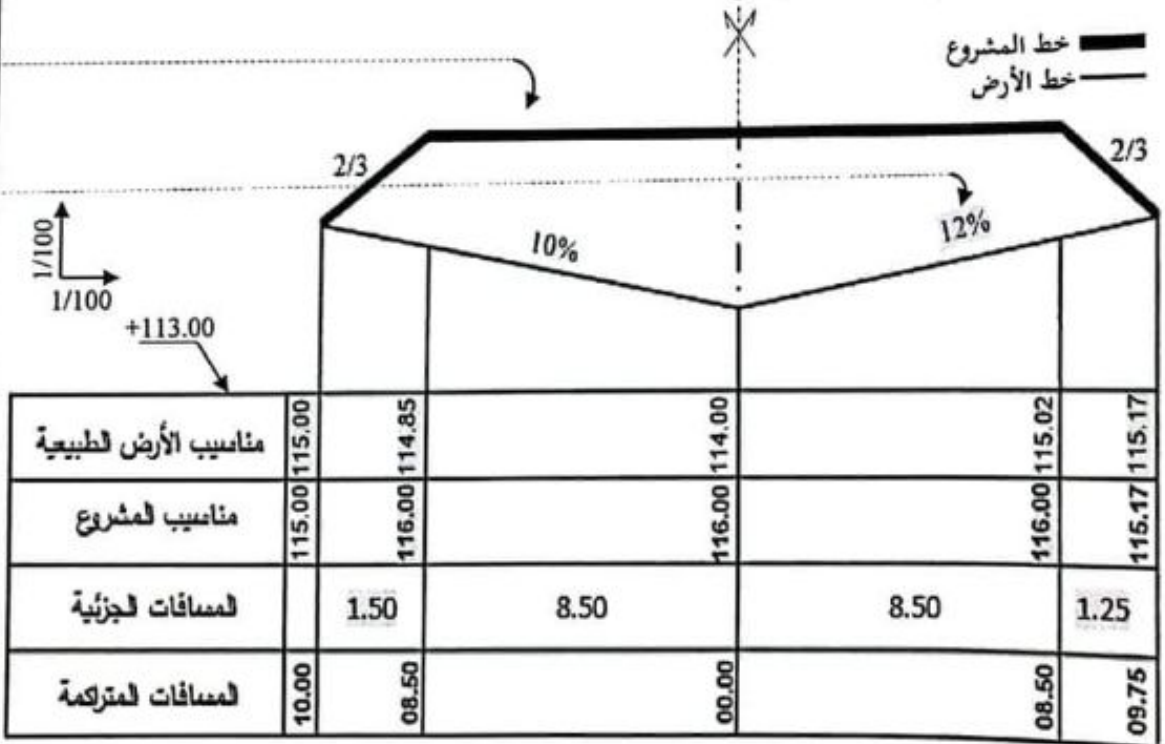
1: طبقة السطح (طبقة السير)

2: طبقة القاعدة

3: طبقة الأساس

4: طبقة الشكل

3. رسم المظهر العرضي



المظهر العرضي

- ملاحظة : تتقَط المناسيب عند طرفي المظهر العرضي مرة واحدة فقط.

النشاط الثاني: د

1- حساب المساحة $S_{(ABCD)}$:

$$S_{(ABCD)} = \frac{1}{2} [X_A(Y_D - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_A)]$$

$$S_{(ABCD)} = \frac{1}{2} [0(25.30 - 19) + 1(0 - 25.30) + 13(19 - 25.30) + 41(25.30 - 0)]$$

$$S_{(ABCD)} = \frac{1}{2} [0 - 25.30 - 81.90 + 1037.30] = \boxed{465.05m^2}$$

2- حساب السميت الاحداثي G_{AD} :

$$\Delta X_{AD} = X_D - X_A = 41 - 0 = 41m > 0$$

$$\Delta Y_{AD} = Y_D - Y_A = 25.30 - 0 = 25.30m > 0$$

$$tg(g) = \left| \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right| = \left| \frac{41}{25.30} \right| = 1.62 \Rightarrow \boxed{g = 64.80grad}$$

$$\boxed{G_{AD} = g = 64.80grad} \text{ نحن في الربع الأول منه}$$

حساب المسافة L_{AD} :

$$L_{AD} = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2} = \sqrt{(41)^2 + (25.30)^2} = \boxed{48.18m}$$

3- استنتاج G_{AE} :

$$\boxed{G_{AE} = 100grad} \text{ من الشكل (5) نلاحظ ان الزاوية } G_{AE} \text{ قائمة ومنه:}$$

$$4 - \text{حساب الزاوية } \alpha: \alpha = G_{AE} - G_{AD} = 100 - 64.80 = \boxed{35.20grad}$$

5- حساب المساحة $S_{(ADE)}$:

$$S_{(ADE)} = \frac{1}{2} [L_{AD} \times L_{AE} \times \sin \alpha] = \frac{1}{2} [48.18 \times 45 \times \sin 35.20] = \boxed{569.31m^2}$$

6- حساب المساحة الكلية $S_{(ABCDE)}$:

$$S_{(ABCDE)} = S_{(ABCD)} + S_{(ADE)} = 465.05 + 569.31 = \boxed{1034.36m^2}$$

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)

العلامة

مجموع

مجزأة

مكانيك مطبقة (12 نقطة)

النشاط الأول: التحريضات البسيطة (05 نقاط)

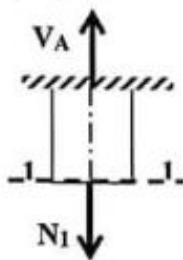
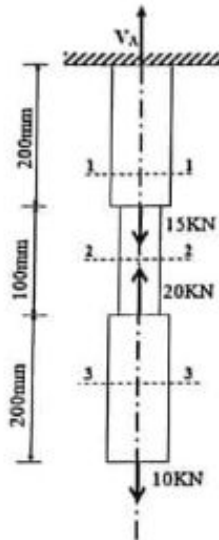
1- حساب رد الفعل عند الوثاقة A:

$$\sum F / y = 0 \Rightarrow V_A - 15 + 20 - 10 = 0$$

$$\Rightarrow V_A = 5 \text{ KN}$$

2- حساب الجهود الناعمية (N) والإجهادات الناعمية (σ) في مختلف مقاطع القضيب.

القطع 1-1 : $0 \leq y \leq 200$

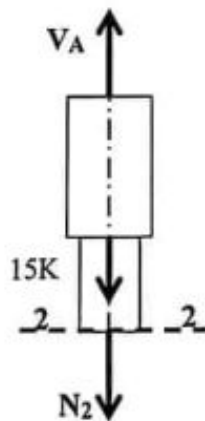


$$\sum F / y = 0 \Rightarrow V_A - N_1 = 0$$

$$\Rightarrow N_1 = V_A \Rightarrow N_1 = +5 \text{ KN}$$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} = \frac{5 \times 10^2}{2.5 \times 2.5} \Rightarrow \sigma_1 = 80 \text{ daN / cm}^2$$

القطع 2-2 : $200 \leq y \leq 300$



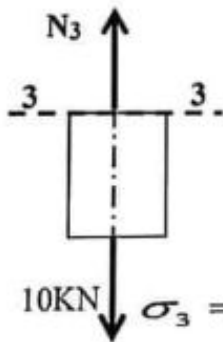
$$\sum F / y = 0 \Rightarrow V_A - 15 - N_2 = 0$$

$$\Rightarrow N_2 = -10 \text{ KN}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} = \frac{-10 \times 10^2}{\frac{3.14}{4} \times (2^2 - 1.2^2)}$$

$$\Rightarrow \sigma_2 = -497.61 \text{ daN / cm}^2$$

القطع 3-3 : $0 \leq y \leq 200$

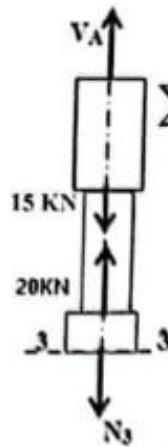


$$\sum F / y = 0 \Rightarrow N_3 - 10 = 0 \Rightarrow N_3 = +10 \text{ KN}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{S_3} = \frac{10 \times 10^2}{2.5 \times 2.5} \Rightarrow \sigma_3 = 160 \text{ daN / cm}^2$$

2.25

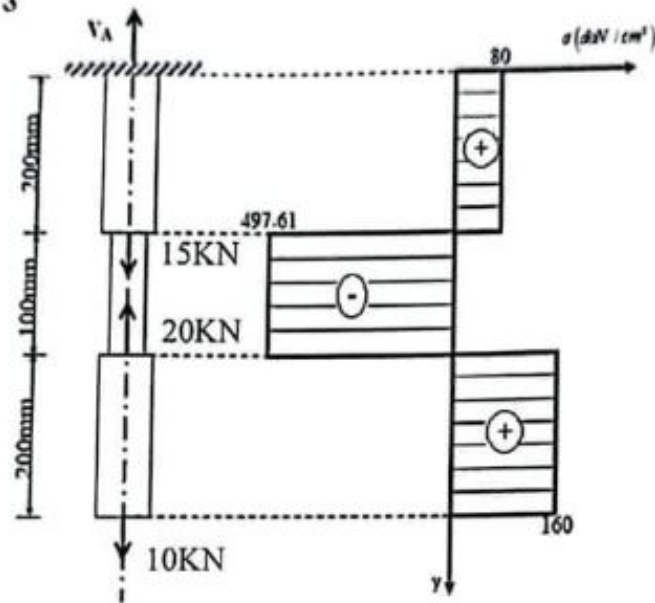
الطريقة الثانية للمقطع (3-3): $300 \leq y \leq 500$



$$\sum F / y = 0 \Rightarrow V_A - 15 + 20 - N_3 = 0 \Rightarrow N_3 = +10 \text{ kN}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{S_3} = \frac{10 \times 10^2}{2.5 \times 2.5} \Rightarrow \sigma_3 = 160 \text{ daN / cm}^2$$

3- رسم مخطط الإجهادات:



4- حساب التشوه المطلق Δl_1 و Δl_2 للقطعتين (1) و (2) :

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \times L_1}{E_1 \times S_1} = \frac{5 \times 10^2 \times 20}{2.1 \times 10^6 \times 2.5^2} \Rightarrow \Delta l_1 = +7.6 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \times L_2}{E_2 \times S_2} = \frac{-10 \times 10^2 \times 10}{0.9 \times 10^6 \times 3.14 \left((1)^2 - (0.6)^2 \right)} \Rightarrow \Delta l_2 = -5.5 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

5- حساب معامل المرونة الطولي E_3 :

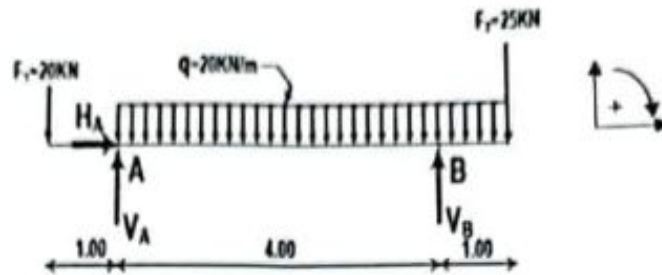
$$\Delta l_3 = \frac{N_3 \times L_3}{E_3 \times S_3} \Rightarrow E_3 = \frac{N_3 \times L_3}{\Delta l_3 \times S_3} = \frac{10 \times 10^2 \times 20}{0.001524 \times (2.5)^2}$$

$$\Rightarrow E_3 = 2.1 \times 10^6 \text{ daN / cm}^2$$

ب- لدينا $E_3 = 2.1 \times 10^6 \text{ daN / cm}^2$ من الجدول المرفق نوع المادة هو الفولاذ .

النشاط الثاني: دراسة رافدة (07 نقاط)

1- حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B :



0.25 $\sum F / x = 0 \Rightarrow H_A = 0$

$\sum M / A = 0 \Rightarrow -V_B \times 4 + F_2 \times 5 + q \times 5 \times \frac{5}{2} - F_1 \times 1 = 0$

0.25 $\Rightarrow V_B = 88.75 \text{ kN}$

$\sum M / B = 0 \Rightarrow V_A \times 4 + F_2 \times 1 - q \times 5 \times 1.5 - F_1 \times 5 = 0$

0.25 $\Rightarrow V_A = 56.25 \text{ kN}$

0.75

2- كتابة معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة:

القطع 1-1 : $0 \leq x \leq 1$

0.25 $T(x) = -F_1 \Rightarrow T(x) = -20 \text{ kN}$

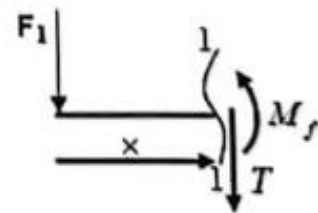
0.125 $T(0) = -20 \text{ kN}$

0.125 $T(1) = -20 \text{ kN}$

0.50 $M_f(x) = -F_1 \times x \Rightarrow M_f(x) = -20x$

0.125 $M_f(0) = 0$

0.125 $M_f(1) = -20 \text{ kN.m}$



القطع 2-2: $1 \leq x \leq 5$

$$T(x) = -F_1 - q(x-1) + V_A$$

$$\Rightarrow T(x) = -20 - 20(x-1) + 56.25$$

$$\Rightarrow T(x) = -20x + 56.25$$

$$T(1) = +36.25 \text{ KN}$$

$$T(5) = -43.75 \text{ KN}$$

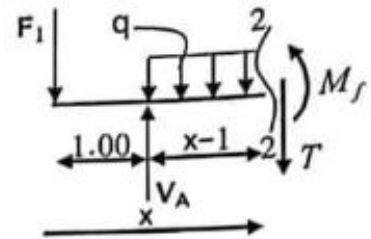
$$M_f(x) = -F_1 x - q \frac{(x-1)^2}{2} + V_A (x-1)$$

$$\Rightarrow M_f(x) = -20x - 20 \frac{(x-1)^2}{2} + 56.25(x-1)$$

$$\Rightarrow M_f(x) = -10x^2 + 56.25x - 66.25$$

$$M_f(1) = -20 \text{ KN.m}$$

$$M_f(5) = -35 \text{ KN.m}$$



القطع 3-3: $0 \leq x \leq 1$

الطريقة الأولى: القطع من اليمين

$$T(x) = F_2 + q x$$

$$\Rightarrow T(x) = 20x + 25$$

$$T(0) = +25 \text{ KN}$$

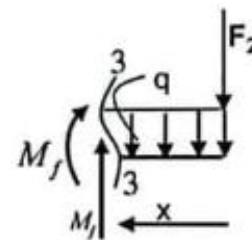
$$T(1) = +45 \text{ KN}$$

$$M_f(x) = -F_2 x - q \times \frac{x^2}{2}$$

$$\Rightarrow M_f(x) = -10x^2 - 25x$$

$$M_f(0) = 0$$

$$M_f(1) = -35 \text{ KN.m}$$



حساب القيمة الحدية $M_f(x)$

$$T(x) = 0 \Rightarrow -20x + 56.25 = 0$$

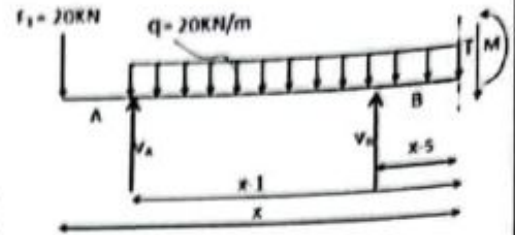
$$\Rightarrow x = \frac{56.25}{20} = 2.81 \text{ m}$$

بالتعويض في معادلة $M_f(x)$ نجد:

$$M_f(2.81) = 12.85 \text{ KN.m}$$

القطع 3-3 : $5 \leq x \leq 6$

الطريقة الثانية: القطع من اليسار



$$T(x) = -F_1 - q(x-1) + V_A + V_B$$

$$\Rightarrow T(x) = -20 - 20(x-1) + 56.25 + 88.75$$

$$\Rightarrow T(x) = -20x + 145$$

$$T(5) = 45 \text{ kN}$$

$$T(6) = 25 \text{ kN}$$

$$M_f(x) = -F_1 x - \frac{q}{2}(x-1)^2 + V_A(x-1) + V_B(x-5)$$

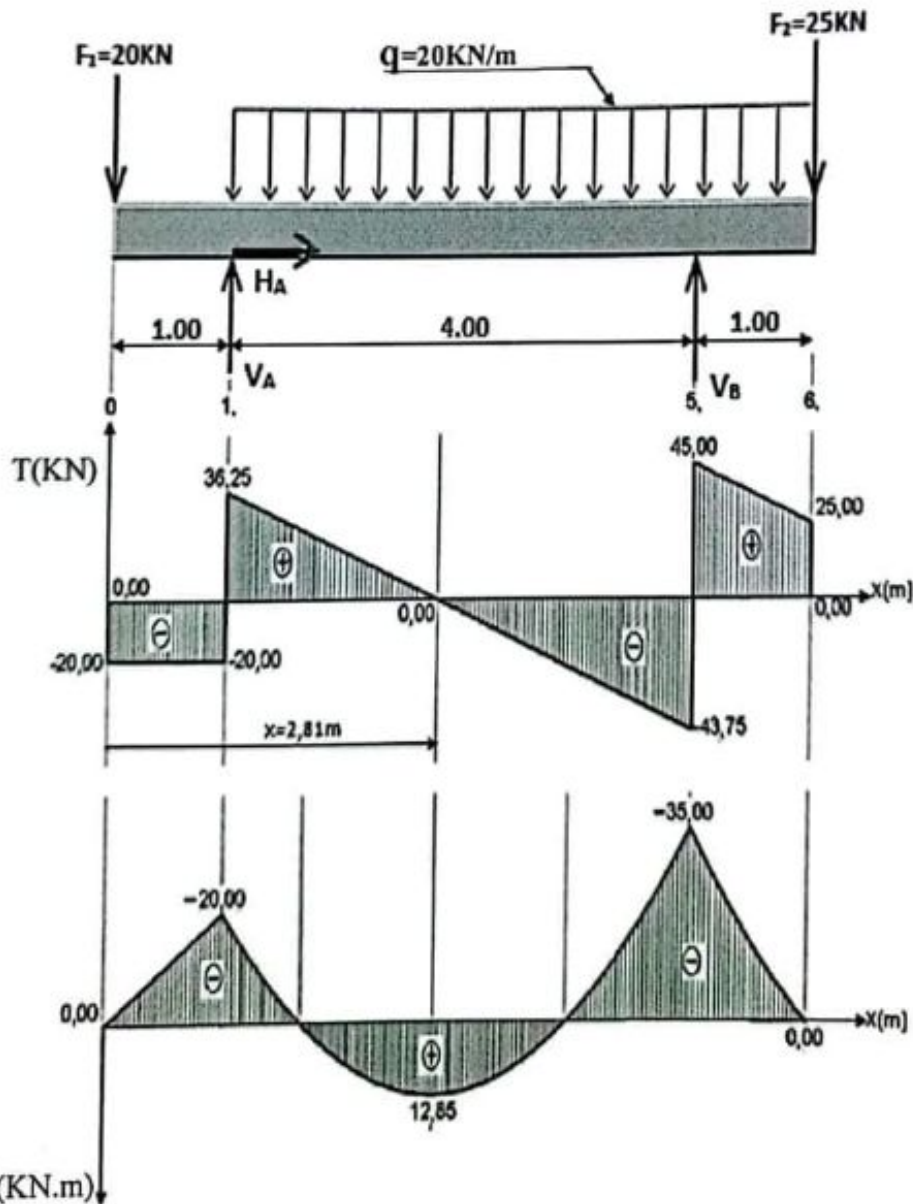
$$\Rightarrow M_f(x) = -20x - 10(x-1)^2 + 56.25(x-1) + 88.75(x-5)$$

$$\Rightarrow M_f(x) = -10x^2 + 145x - 510$$

$$M_f(5) = -35 \text{ kN.m}$$

$$M_f(6) = 0$$

3- رسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة:



4- القيم العظمى للجهد القاطع T وعزم الانحناء M_f :

$$T_{\max} = 45 \text{ KN} \text{ و } M_{f\max} = 35 \text{ KN.m}$$

5- إيجاد المجنّب اللازم والكافي:
من شرط المقاومة لدينا:

$$\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma}$$

$$\Rightarrow \frac{M_{f\max}}{W_{f,XX'}} \leq \bar{\sigma} \Leftrightarrow W_{f,XX'} \geq \frac{M_{f\max}}{\bar{\sigma}} \Leftrightarrow W_{f,XX'} \geq \frac{35 \times 10^2 \times 10^2}{1600}$$

$$W_{f,XX'} \geq 218.75 \text{ cm}^3$$

ومنه نختار المجنّب IPE 220 بحيث $(W_{xx'} = 252 \text{ cm}^3)$

البناء: (08 نقاط)

النشاط الاول : المنشآت العلوية (03 ن)

1) تصنيف الفواصل في كل حالة:

الحالة (A) : فاصل الانقطاع أو التصدع .

الحالة (B) : فاصل التمدد .

الحالة (C) : فاصل الانقطاع أو التصدع .

2) تعليل التصنيف في كل حالة:

الحالة (A) : اختلاف الارتفاع في المنشأ .

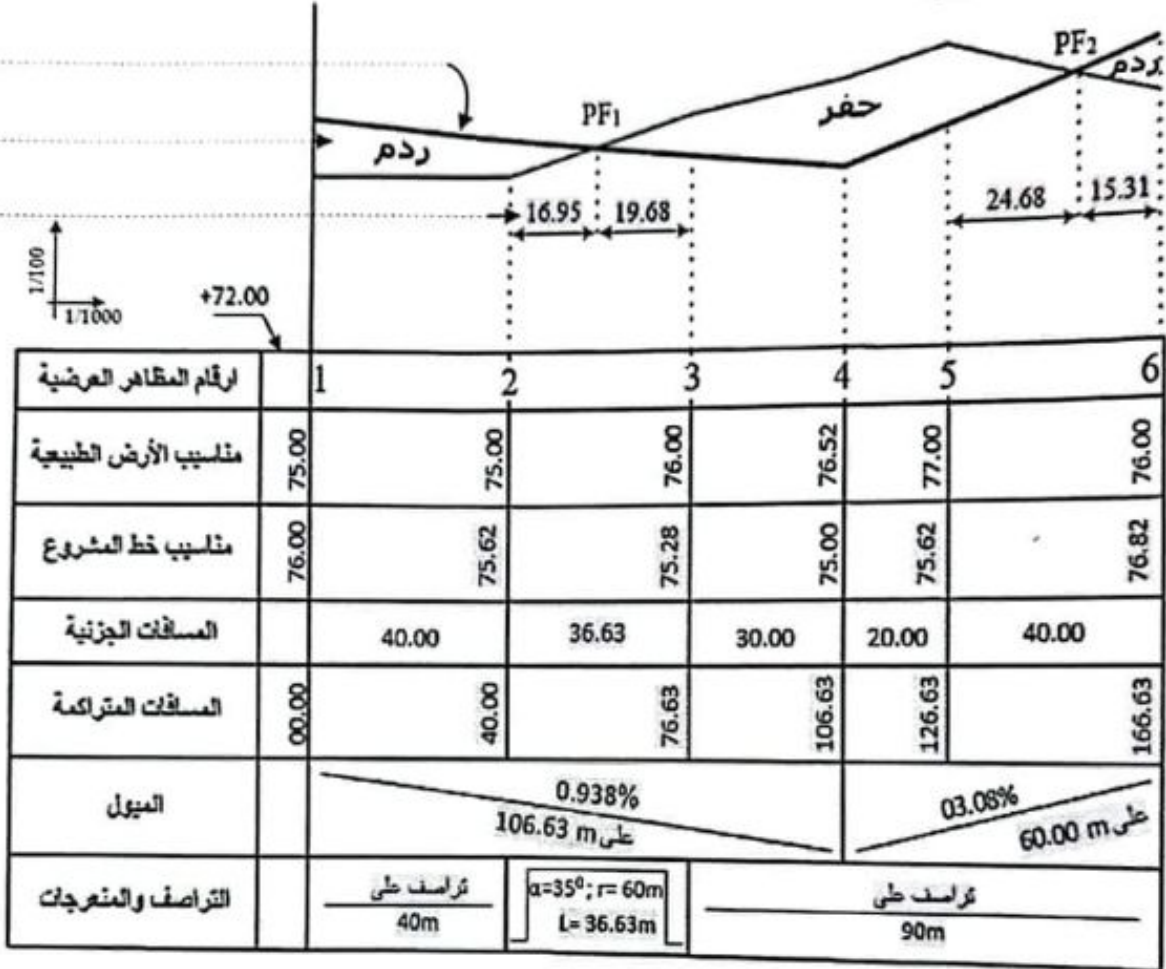
الحالة (B) : طول المنشأ .

الحالة (C) : المنشأ بني على تربة غير متجانسة (مختلفة الخصائص) .

النشاط الثاني: الطرق (5 ن)

- تكملة رسم المظهر الطولي وإتمام ملأ جدول البيانات:

خط الأرض الطبيعية
خط المشروع

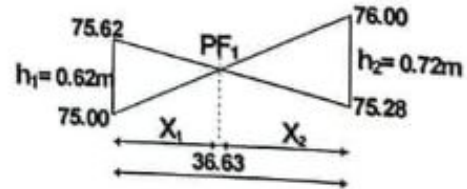


- حساب المظاهر الوهمية:

• المظهر الوهمي PF₁:

$$x_1 = \frac{h_1 \times L_{(2-3)}}{h_1 + h_2} = \frac{0.62 \times (36.63)}{0.62 + 0.72} \Rightarrow x_1 = 16.95m$$

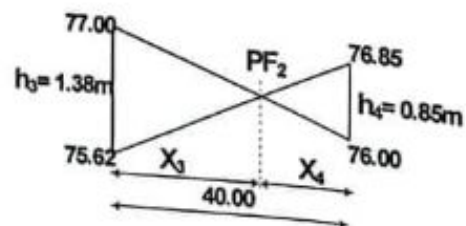
$$x_2 = \frac{h_2 \times L_{(2-3)}}{h_1 + h_2} = \frac{0.72 \times (36.63)}{0.62 + 0.72} \Rightarrow x_2 = 19.68m$$



• المظهر الوهمي PF₂:

$$x_3 = \frac{h_3 \times L_{(5-6)}}{h_3 + h_4} = \frac{1.38 \times (40.00)}{1.38 + 0.85} \Rightarrow x_3 = 24.68m$$

$$x_4 = \frac{h_4 \times L_{(5-6)}}{h_3 + h_4} = \frac{0.85 \times (40.00)}{1.38 + 0.85} \Rightarrow x_4 = 15.31m$$



ملاحظة: علامات حساب المظاهر الوهمية مدرجة في سلم تنقيط جدول المظهر الطولي.