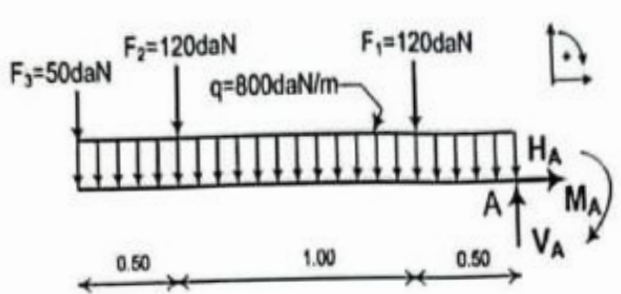
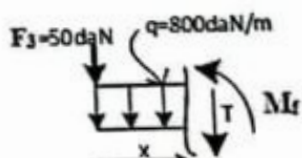
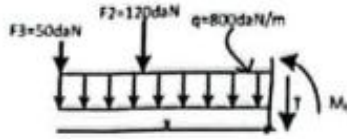


العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)						
مجموع	مجزأة							
		<p>ميكانيك مطبقة: (2 نقطة)</p> <p>النشاط الأول: (06 نقاط)</p> <p>1- حساب ردود الأفعال :</p>						
0.25	0.25	 <p> $\sum F / xx' = 0 \Leftrightarrow H_A = 0$ $\sum F / yy' = 0 \Rightarrow V_A - 2q - F_1 - F_2 - F_3 = 0$ $V_A = (2 \times 800) + 120 + 120 + 50$ $V_A = 1890 daN$ </p>						
0.25	0.25	<p> $\sum M / A = 0 \Leftrightarrow M_A - (2 \times q) \times 1 - F_1 \times 0.5 - F_2 \times 1.5 - F_3 \times 2 = 0$ $M_A = 1600 + 60 + 180 + 100 = 1940 daN.m$ $M_A = 1940 daN.m$ </p>						
0.75	0.25	<p>2- كتابة معادلات الجهد القاطع وعزم الانحناء :</p> <p>المقطع الأول: $0 \leq x \leq 0.5$</p> <p> $\sum F / yy' = 0 \Leftrightarrow -T - qx - F_3 = 0$ $\Leftrightarrow T(x) = -qx - F_3 \Leftrightarrow T(x) = -800x - 50$ </p> <p> $\sum M / G = 0 \Leftrightarrow -M_f - q \frac{x^2}{2} - F_3 x = 0$ $\Leftrightarrow M_f(x) = -q \frac{x^2}{2} - F_3 x \Leftrightarrow M_f(x) = -400x^2 - 50x$ </p>						
0.25	0.25	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">x(m)</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0.5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">T (daN)</td> <td style="padding: 5px;">-50</td> <td style="padding: 5px;">-450</td> </tr> </table>	x(m)	0	0.5	T (daN)	-50	-450
x(m)	0	0.5						
T (daN)	-50	-450						
0.25	0.25	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">x(m)</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0.5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Mf(daN.m)</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">-125</td> </tr> </table>	x(m)	0	0.5	Mf(daN.m)	0	-125
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 $\sum M / G = 0 \Leftrightarrow -M_f - q \frac{x^2}{2} - F_3 x - F_2 (x - 0.5) = 0$

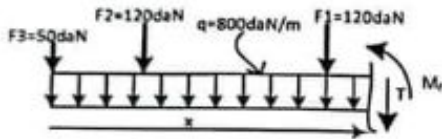
$M_f(x) = -400x^2 - 120x + 60 - 50x$

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

0.25

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

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

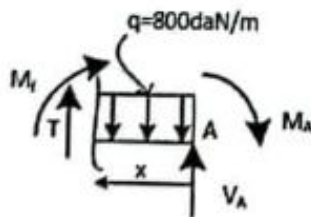
$M_f(x) = -400x^2 - 50x - 120x + 60 - 120x + 180$

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

0.25

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

x(m)	1.5	2
M _f (daN.m)	-1095	-1940



الطريقة الثانية للمقطع الثالث:

من اليمين الى اليسار مع تغيير المعلم:

$0 \leq x \leq 0.5$

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

$T(x) = 800x - 1890$

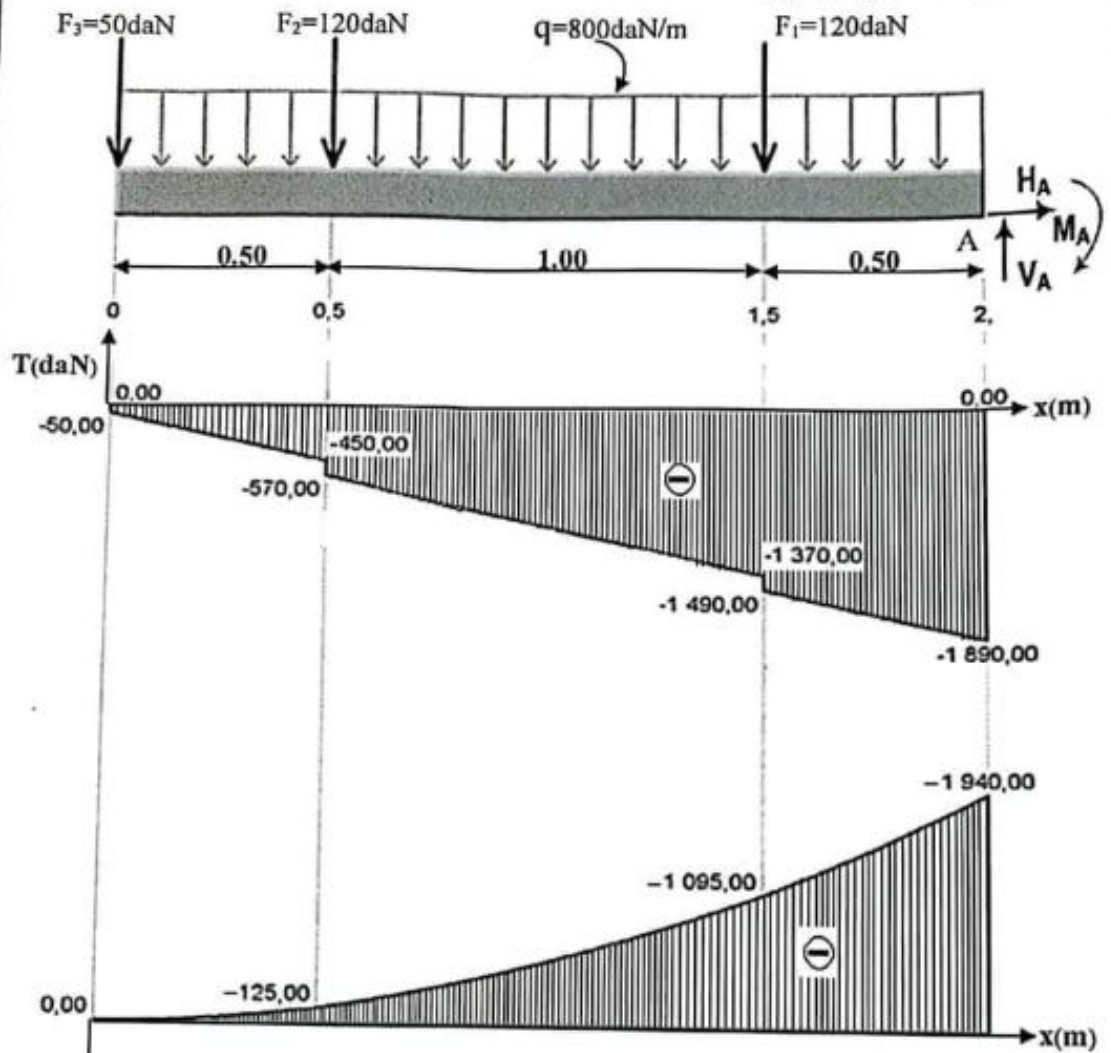
$\sum M / G = 0 \Leftrightarrow M_f + M_A + q \frac{x^2}{2} - V_A x = 0$

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

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

x(m)	0	0.5
M _f (daN.m)	-1940	-1095

3- رسم المنحنيين البيانيين:



$$T_{\max} = 1890 \text{ daN}$$

$$M_{r,\max} = 1940 \text{ daN.m}$$

4- استنتاج القيم القصوى:

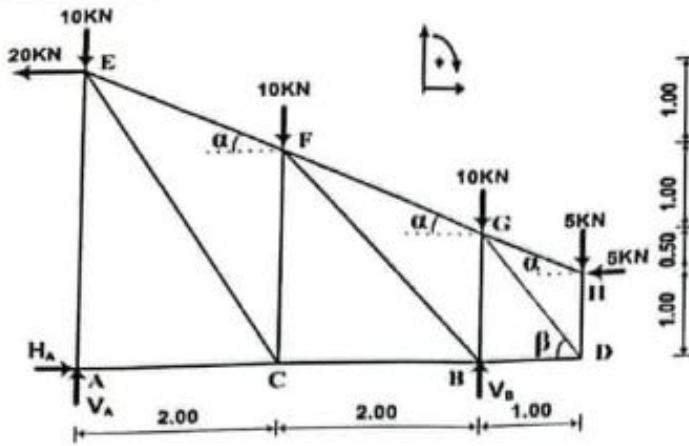
5- التحقق من مقاومة الرافدة:

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

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

و منه الرافدة تقاوم .

النشاط الثاني: (06 نقاط)



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

1- التأكد من أحادية السكون:

0.25

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

اذن النظام محدد سكونيا

0.25

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

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

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

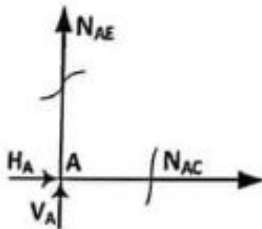
- نتأكد بالعلاقة :

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

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

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

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

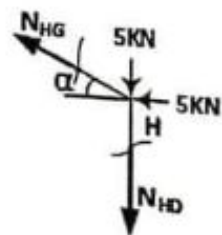
إنضغاط

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



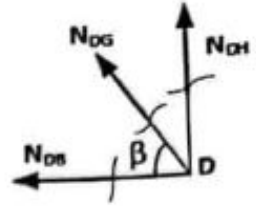
دراسة العقدة D:

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

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

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

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



تدوين النتائج :

0.125x6

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

03.75 - ملاحظة : تؤخذ بعين الاعتبار - طبيعة الجهود الداخلية- في الجدول .
4- اختيار المجنب المناسب:

0.25

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

0.25

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

0.25

من الجدول نستنتج أن المجنب المناسب هو (35×35×3.5) حيث $S = 2.39 \text{ cm}^2$

0.75

06

البناء:

النشاط الأول :

1. تسمية العناصر:

a: رصيف (حاشية)

b: مسلك

c: قارعة

d: فاصل أو فراغ ترابي.

2. تسمية الطبقات:

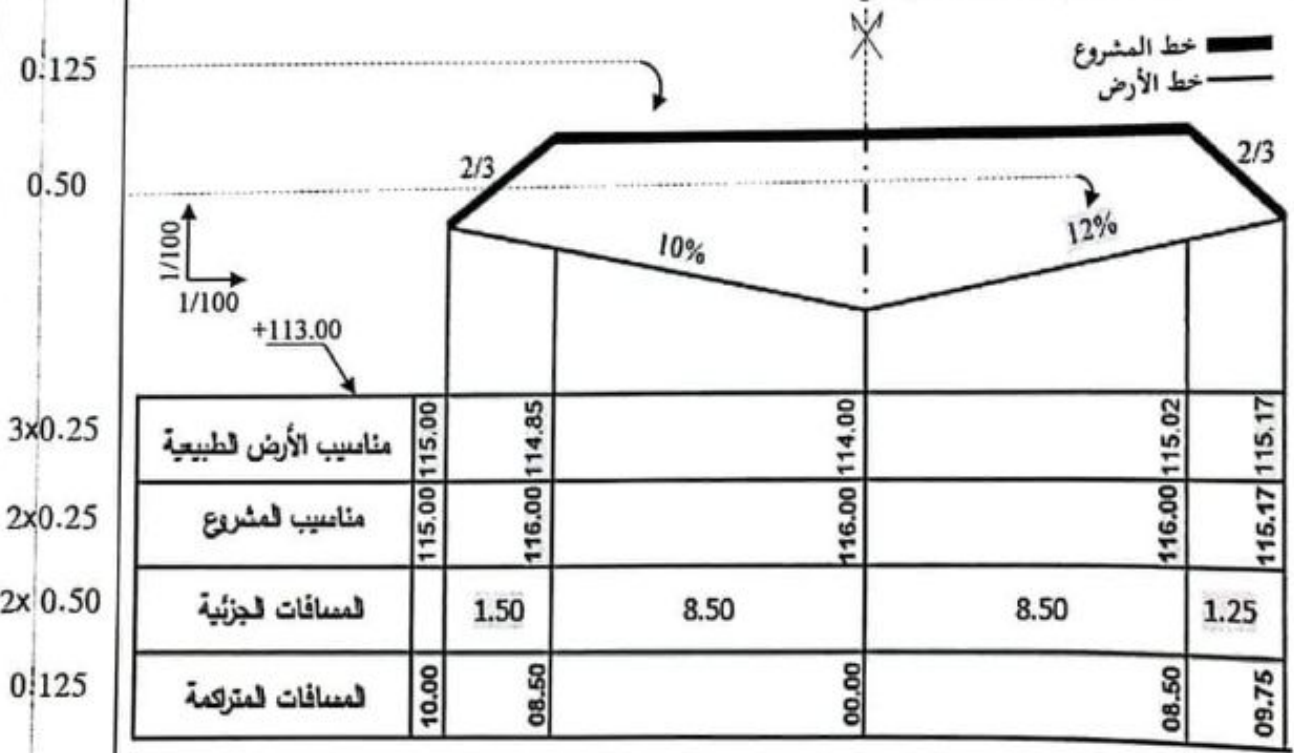
1: طبقة السطح (طبقة السير)

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.

03

04

النشاط الثاني: د

1- حساب المساحة $S_{(ABCD)}$:

$$0.50 \quad S_{(ABCD)} = \frac{1}{2} [X_A(Y_D - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_A)]$$

$$0.25 \quad S_{(ABCD)} = \frac{1}{2} [0(25.30 - 19) + 1(0 - 25.30) + 13(19 - 25.30) + 41(25.30 - 0)]$$

$$0.25 \quad S_{(ABCD)} = \frac{1}{2} [0 - 25.30 - 81.90 + 1037.30] = \boxed{465.05m^2}$$

2- حساب السمات الاحداثي G_{AD} :

$$0.125 \times 2 \quad \Delta X_{AD} = X_D - X_A = 41 - 0 = 41m > 0$$

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

$$2 \times 0.25 \quad \text{tg}(g) = \left| \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right| = \left| \frac{41}{25.30} \right| = 1.62 \Rightarrow \boxed{g = 64.80 \text{grd}}$$

$$0.25 \quad \boxed{G_{AD} = g = 64.80 \text{grd}} \text{ نحن في الربع الأول منه}$$

حساب المسافة L_{AD} :

$$0.25 \quad L_{AD} = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2} = \sqrt{(41)^2 + (25.30)^2} = \boxed{48.18m}$$

3- استنتاج G_{AE} :

$$0.25 \quad \boxed{G_{AE} = 100 \text{grd}} \text{ من الشكل (5) نلاحظ ان الزاوية } G_{AE} \text{ قائمة ومنه:}$$

$$0.25 \quad 4 \text{ - حساب الزاوية } \alpha: \quad \alpha = G_{AE} - G_{AD} = 100 - 64.80 = \boxed{35.20 \text{grd}}$$

5- حساب المساحة $S_{(ADE)}$:

$$0.25 \quad S_{(ADE)} = \frac{1}{2} [L_{AD} \times L_{AE} \times \sin \alpha] = \frac{1}{2} [48.18 \times 45 \times \sin 35.20] = \boxed{569.31m^2}$$

6- حساب المساحة الكلية $S_{(ABCDE)}$:

$$0.25 \quad S_{(ABCDE)} = S_{(ABCD)} + S_{(ADE)} = 465.05 + 569.31 = \boxed{1034.36m^2}$$

0.25

1.00

20

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)

العلامة

مجموع

مجزأة

مكانيك مطبقة (12 نقطة)

النشاط الأول: التحريصات البسيطة (05 نقاط)

1- حساب رد الفعل عند الوثافة 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 : $200 \leq y \leq 300$

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

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

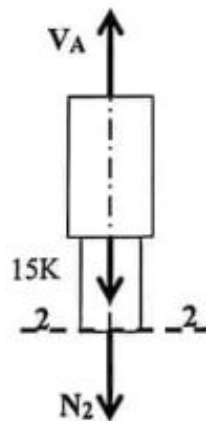
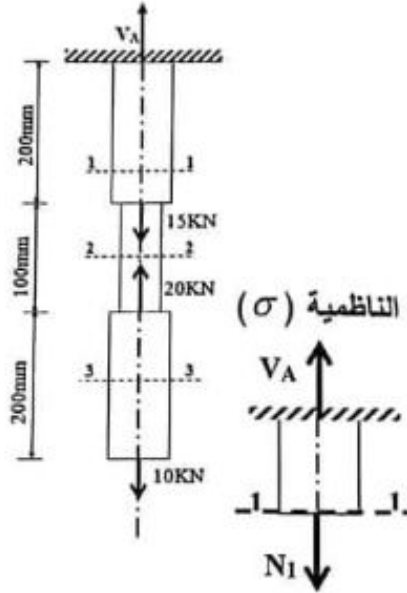
$$\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} = \frac{-10 \times 10^2}{\frac{3.14}{4} \times (2^2 - 1.2^2)}$$

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

القطع 3-3 : $0 \leq y \leq 200$

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

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



0.25

0.25

0.25

0.25x2

0.25

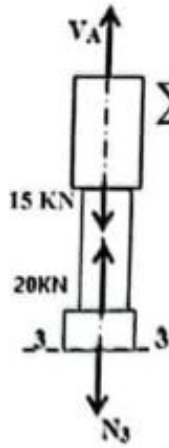
0.25x2

0.25

0.25x2

2.25

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



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

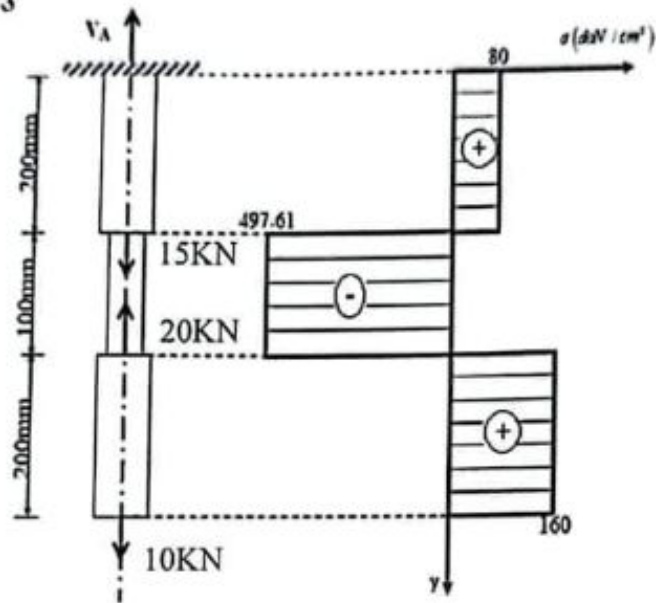
$$\sigma_3 = \frac{N_3}{S_3} = \frac{10 \times 10^2}{2.5 \times 2.5} \Rightarrow \sigma_3 = 160 \text{ daN / cm}^2$$

3- رسم مخطط الإجهادات:

0.25

0.25

0.25



0.75

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

0.25x2

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

0.25x2

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

01

5-1- حساب معامل المرونة الطولي E_3 :

0.25

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

0.25

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

0.25

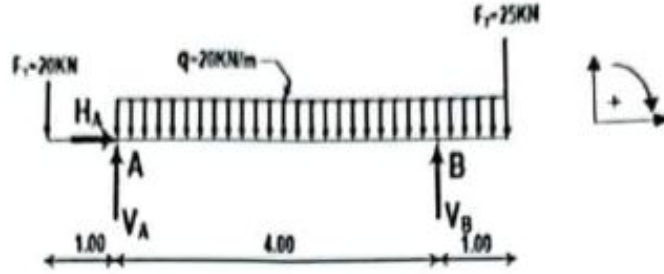
ب- لدينا $E_3 = 2.1 \times 10^6 \text{ daN / cm}^2$ من الجدول المرفق نوع المادة هو الفولاذ .

0.75

05

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

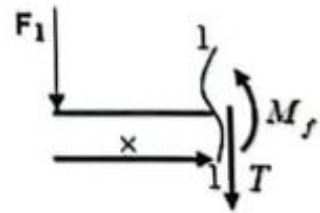
0.125 $T(0) = -20 \text{ KN}$

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 : $1 \leq x \leq 5$

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

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

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

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

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

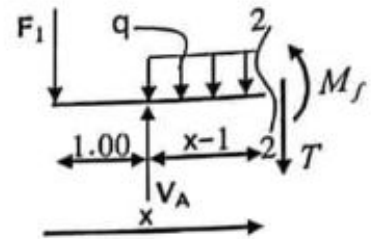
$$M_f(x) = -F_1 x - q \frac{(x-1)^2}{2} + V_A (x-1)$$

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

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

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

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



القطع 3-3 : $0 \leq x \leq 1$

الطريقة الأولى: القطع من اليمين

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

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

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

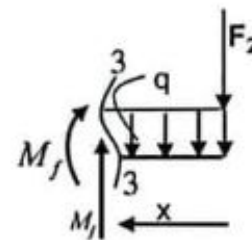
$$T(1) = +45 \text{ KN}$$

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

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

$$M_f(0) = 0$$

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



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:

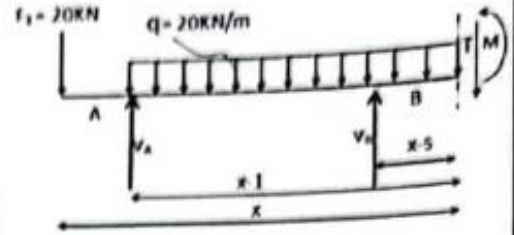
$$M_f(2.81) = 12.85 \text{ KN.m}$$

0.25

4.25

القطع 3-3 : $5 \leq x \leq 6$

الطريقة الثانية: القطع من اليسار



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

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

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

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

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

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

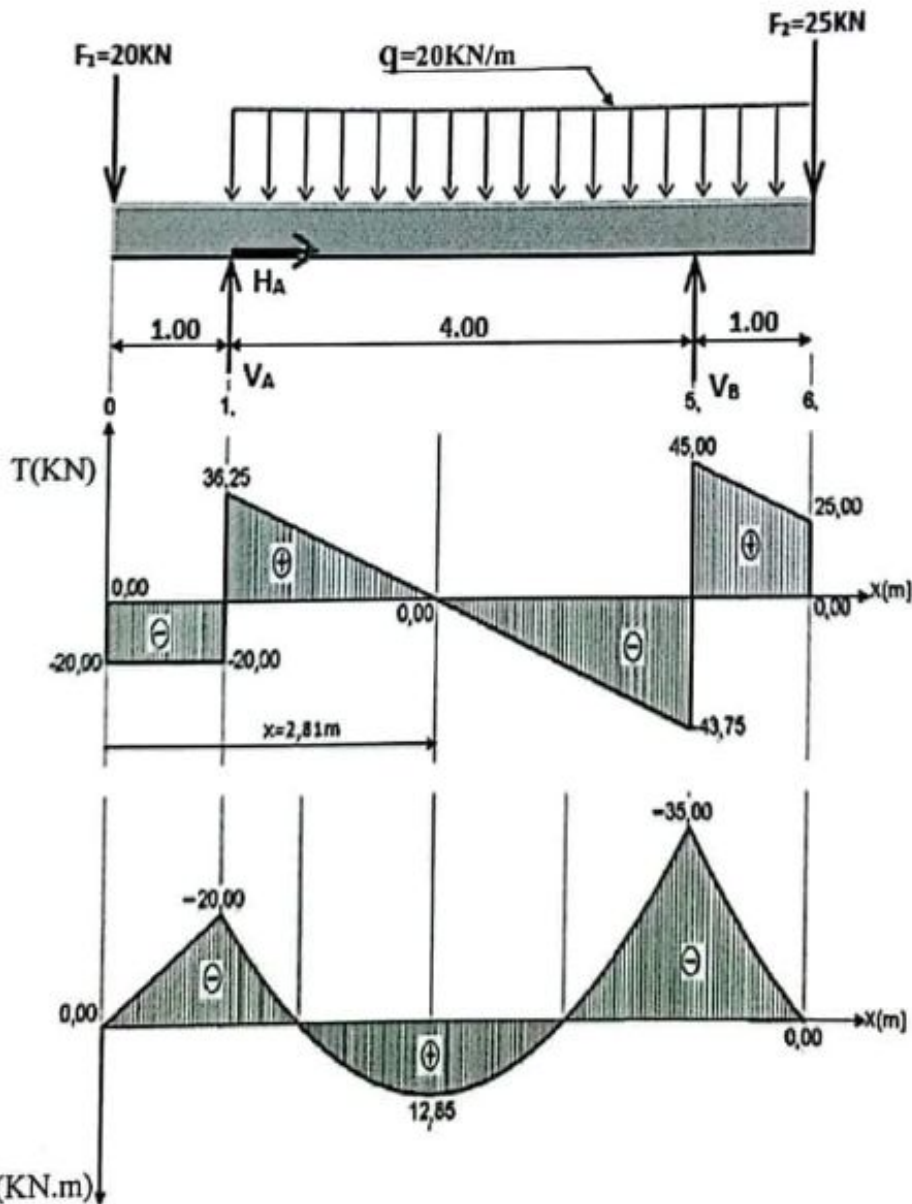
$$\Rightarrow M_f(x) = -20x - 10(x-1)^2 + 56.25(x-1) + 88.75(x-5)$$

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

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

$$M_f(6) = 0$$

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



3x0.125

3x0.125

4- القيم العظمى للجهد القاطع T وعزم الانحناء M_f :

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

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

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

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

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

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:

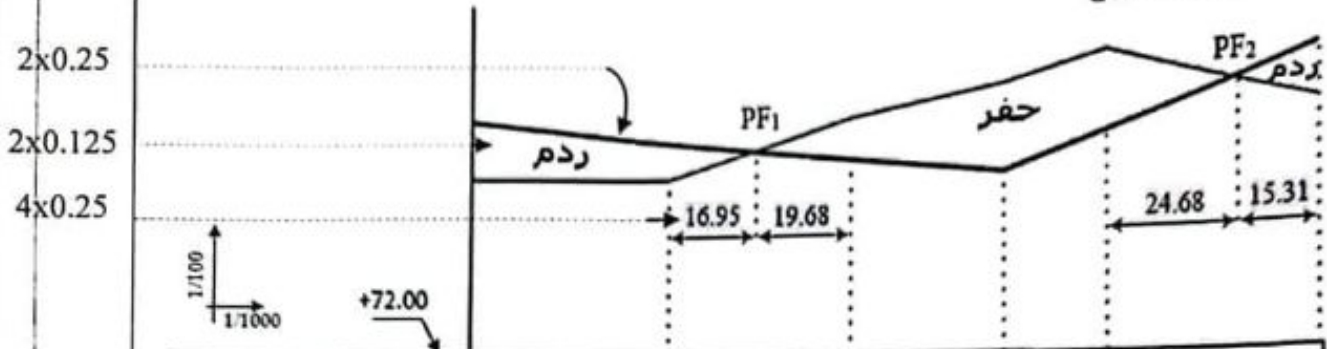
- الحالة (A) : اختلاف الارتفاع في المنشأ .
- الحالة (B) : طول المنشأ .
- الحالة (C) : المنشأ بني على تربة غير متجانسة (مختلفة الخصائص) .

0.25	2x0.125
0.25	2x0.25
0.25	0.25
0.25	0.25
01	
07	
01.50	3x0.50
01.50	3x0.50
01.50	
03	

النشاط الثاني: الطرق (5 ن)

- تكملة رسم المظهر الطولي وإتمام ملا جدول البيانات:

خط الأرض الطبيعية
خط المشروع



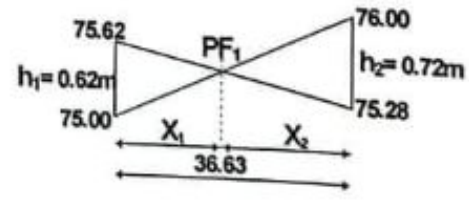
ارقام المظاهر العرضية	1	2	3	4	5	6
مناسيب الأرض الطبيعية	75.00	75.00	76.00	76.52	77.00	76.00
مناسيب خط المشروع	76.00	75.62	75.28	75.00	75.62	76.82
المسافات الجزئية		40.00	36.63	30.00	20.00	40.00
المسافات المتراكمة	00.00	40.00	76.63	106.63	126.63	166.63
الميول	0.938% على 106.63 m			03.06% على 60.00 m		
التراصف والمنعرجات	تراسف على 40m		α=35°; r=60m L=36.63m	تراسف على 90m		

- حساب المظاهر الوهمية:

• المظهر الوهمي PF1

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

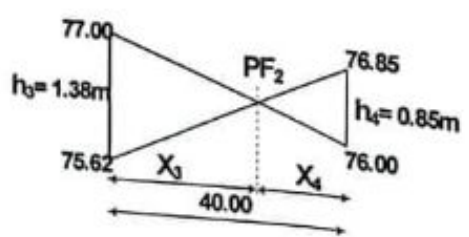
$$x_2 = \frac{h_2 \times L_{(2-3)}}{h_1 + h_2} = \frac{0.72 \times (36.63)}{0.62 + 0.72} \Rightarrow x_2 = 19.68m$$



• 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.