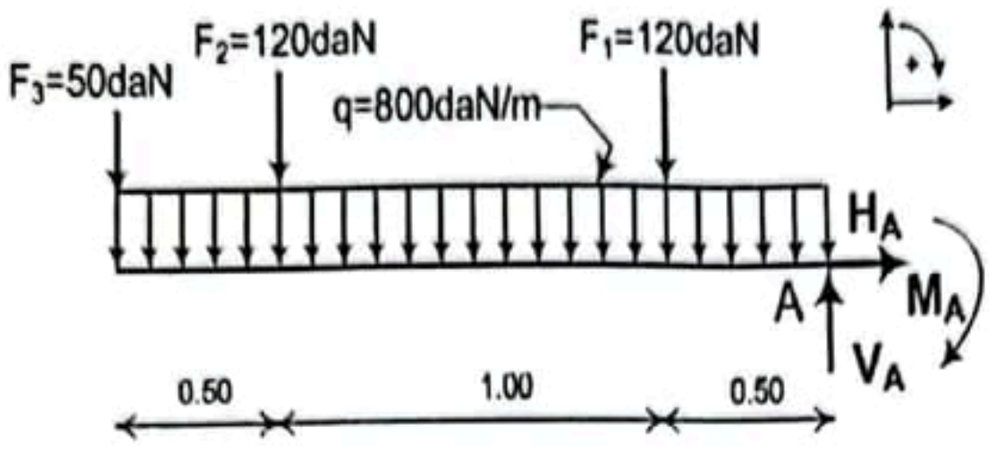
عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

ميكانيك مطبقة :(12نقطة)

النشاط الأول:(06 نقاط)



1- حساب ردود الأفعال :

0.25 $\sum F / xx' = 0 \Leftrightarrow \boxed{H_A = 0}$

$\sum F / yy' = 0 \Rightarrow V_A - 2q - F_1 - F_2 - F_3 = 0$

$V_A = (2\times 800) + 120 + 120 + 50$

0.25 $\boxed{V_A = 1890daN}$

$\sum M /_A = 0 \Leftrightarrow M_A - (2\times q)\times 1 - F_1\times 0.5 - F_2\times 1.5 - F_3\times 2 = 0$

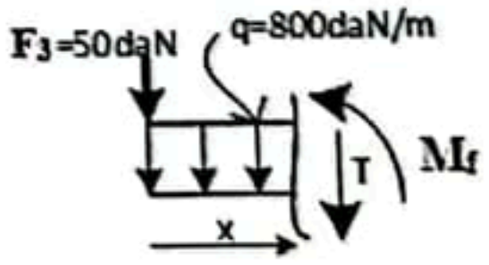
$M_A = 1600 + 60 + 180 + 100 = 1940daN.m$

0.25 $\boxed{M_A = 1940daN.m}$

2- كتابة معادلات الجهد القاطع وعزم الانحناء :

0.75

المقطع الأول: $0 \le x \le 0.5$



$\sum F /_{yy'} = 0 \Leftrightarrow -T - qx - F_3 = 0$

0.25 $\Leftrightarrow T(x) = -qx - F_3 \Leftrightarrow \boxed{T(x) = -800x - 50}$

$\sum M /_G = 0 \Leftrightarrow -M_f - q\frac{x^2}{2} - F_3 x = 0$

0.25 $\Leftrightarrow M_f(x) = -q\frac{x^2}{2} - F_3 x \Leftrightarrow \boxed{M_f(x) = -400x^2 - 50x}$

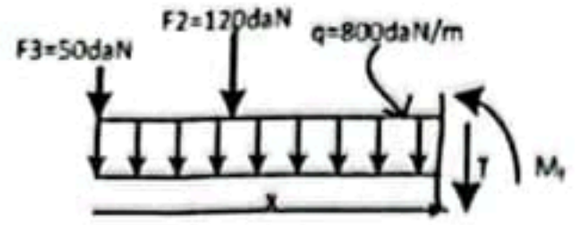
x(m)	0	0.5
T (daN)	−50	−450

0.25

x(m)	0	0.5
M_f(daN.m)	0	−125

0.25

المقطع الثاني: $0.5 \le x \le 1.5$



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

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

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

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

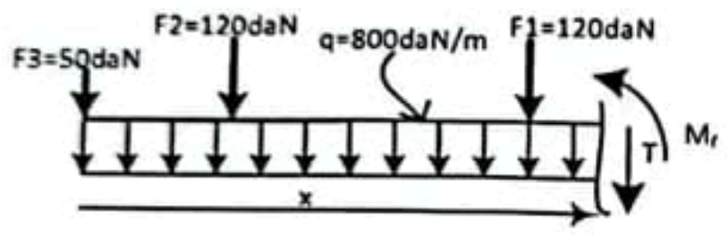
0.25 $\boxed{M_f(x) = -400x^2 - 170x + 60}$

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: $1.5 \le x \le 2$



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

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

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 $\boxed{M_f(x) = -400x^2 - 290x + 240}$

0.25

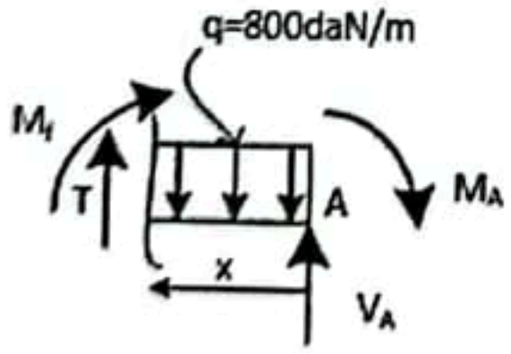
x(m)	1.5	2
T (daN)	-1490	-1890

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

الطريقة الثانية للمقطع الثالث:

من اليمين الى اليسار مع تغيير المعلم:

$0 \le x \le 0.5$



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

$\boxed{T(x) = 800x - 1890}$

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

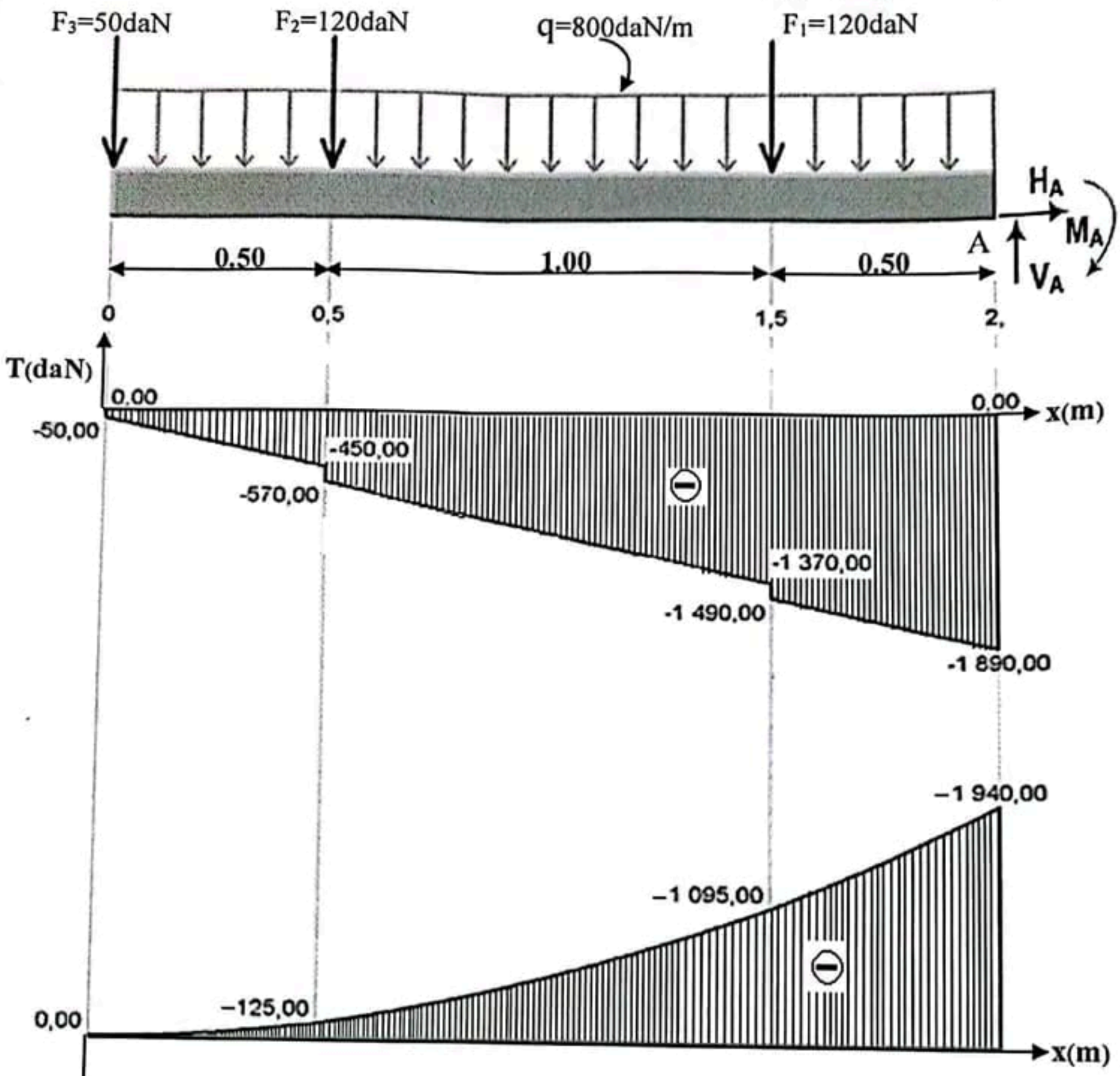
$\boxed{M_f(x) = -400x^2 + 1890x - 1940}$

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

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

03

3-رسم المنحنيين البيانيين:



$$T_{max} = 1890 daN$$
$$M_{f\,max} = 1940 daN.m$$

4-استنتاج القيم القصوى:

5-التحقق من مقاومة الرافدة:

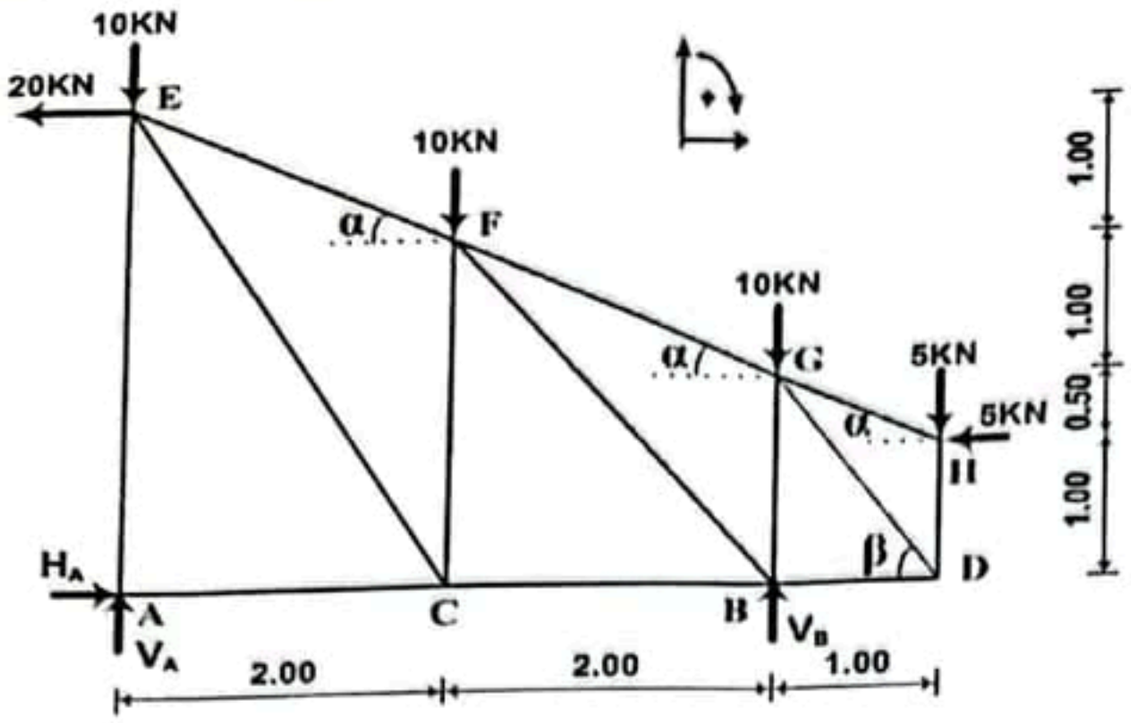
$$\sigma_{max} = \frac{M_{f\,max}}{w_{xx'}} \leq \bar{\sigma}$$

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

و منه الرافدة تقاوم .

01	0.50
	0.25
	0.25
0.50	0.25
	0.25
	0.25
0.75	0.50
06	

النشاط الثاني: (06 نقاط)



1-التأكد من أحادية السكون:

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

0.25 $2n-3=(2\times 8)-3=13$

اذن النظام محدد سكونيا

0.25

2-حساب ردود الأفعال عند المسندين:

0.25 $\sum F/xx' = 0 \Leftrightarrow H_A - 20 - 5 = 0 \Rightarrow H_A = 25KN$

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

0.50 $V_B = \dfrac{25-5+40+20-70}{4} = 2.5KN \Rightarrow V_B = 2.5\,KN$

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

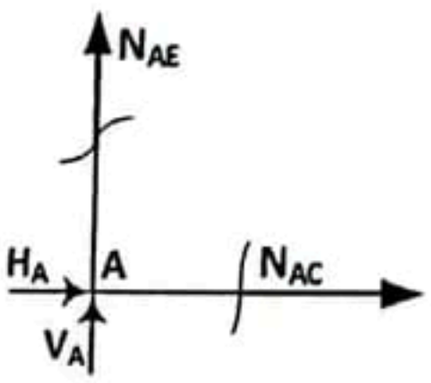
0.50 $V_A = \dfrac{5-5+40+20+70}{4} = 32.5KN \Rightarrow V_A = 32.5\,KN$

- نتأكد بالعلاقة :

$$V_A + V_B = 35KN$$

3-حساب الجهود الداخلية في القضبان:

دراسة العقدة A:



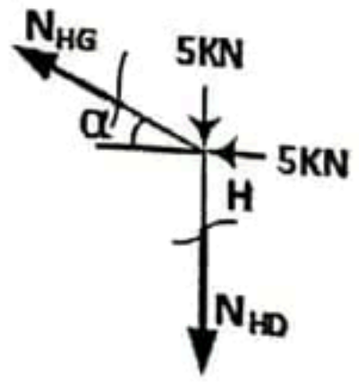
0.50 $\sum F/xx' = 0 \Leftrightarrow N_{AC} + H_A = 0$

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

0.50 $\sum F/yy' = 0 \Leftrightarrow N_{AE} + V_A = 0$

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

دراسة العقدة H:



0.50 $\sum F/xx' = 0 \Leftrightarrow -N_{HG}.\cos\alpha - 5 = 0$

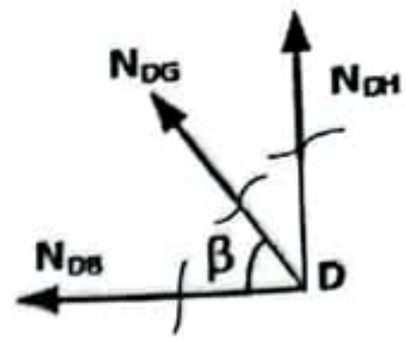
$\Leftrightarrow N_{HG} = \dfrac{-5}{\cos\alpha} \Leftrightarrow N_{HG} = \dfrac{-5}{0.894} \Leftrightarrow N_{HG} = -5.59KN$ انضغاط

0.50 $\sum F/yy' = 0 \Leftrightarrow -N_{HD} + N_{HG}\sin\alpha - 5 = 0$

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

01.25

دراسة العقدة D:



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

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

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

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

تدوين النتائج :

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

0.125x6

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

03.75

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

0.25 من الجدول نستنتج أن المجنب المناسب هو $(35\times35\times3.5)$ حيث $\boxed{S = 2.39cm^2}$

0.75

06

البناء:

النشاط الأول :

1. تسمية العناصر:

a: رصيف (حاشية)

b: مسلك

c: قارعة

d: فاصل أو فراغ ترابي.

2. تسمية الطبقات:

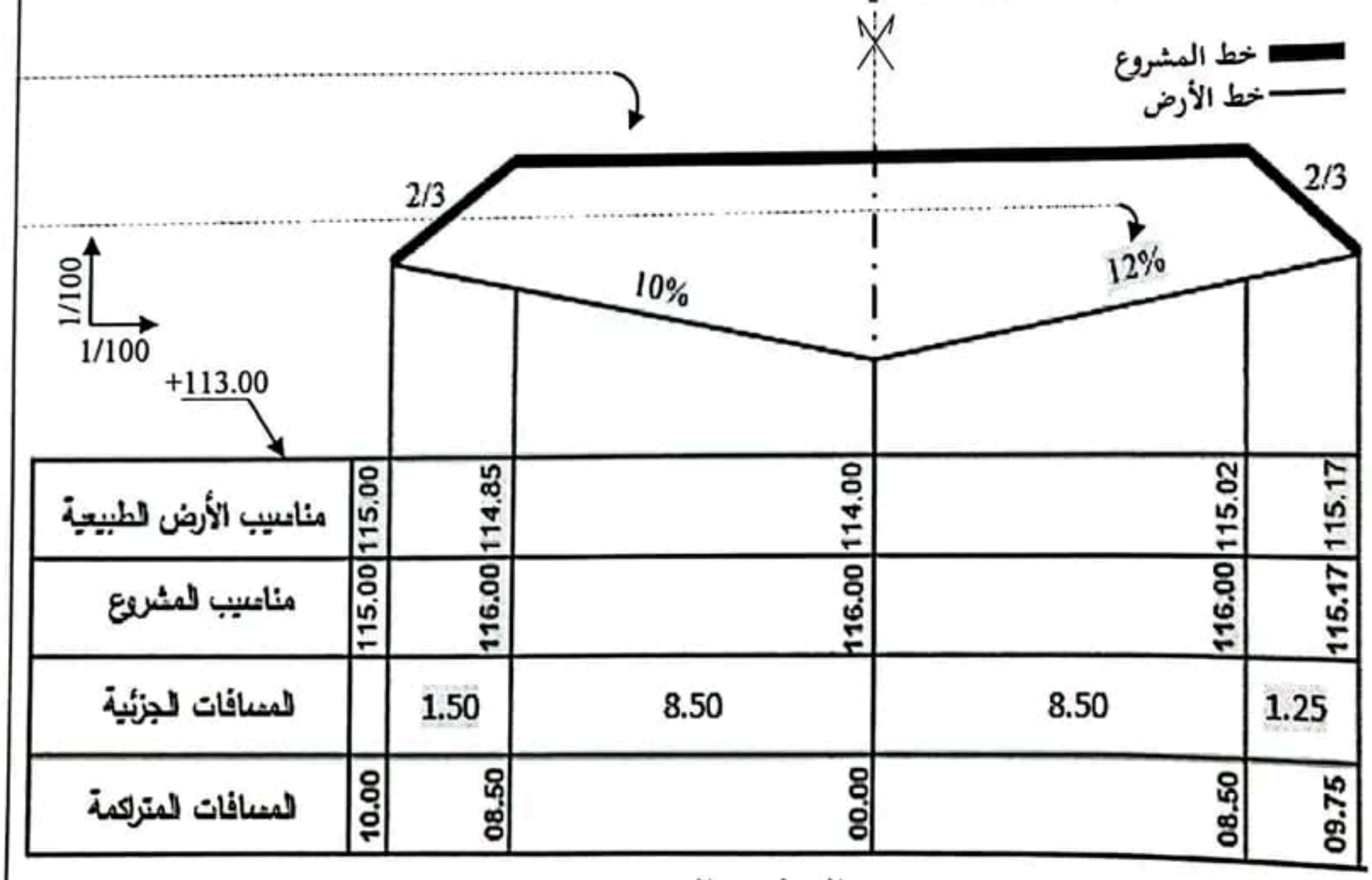
1: طبقة السطح (طبقة السير)

2: طبقة القاعدة

3: طبقة الأساس

4: طبقة الشكل

3. رسم المظهر العرضي



مناسيب الأرض الطبيعية	115.00	114.85	114.00	115.02	115.17	
مناسيب المشروع	115.00	116.00	116.00	116.00	115.17	
المسافات الجزئية		1.50	8.50	8.50	1.25	
المسافات المتراكمة	10.00	08.50	00.00	08.50	09.75	

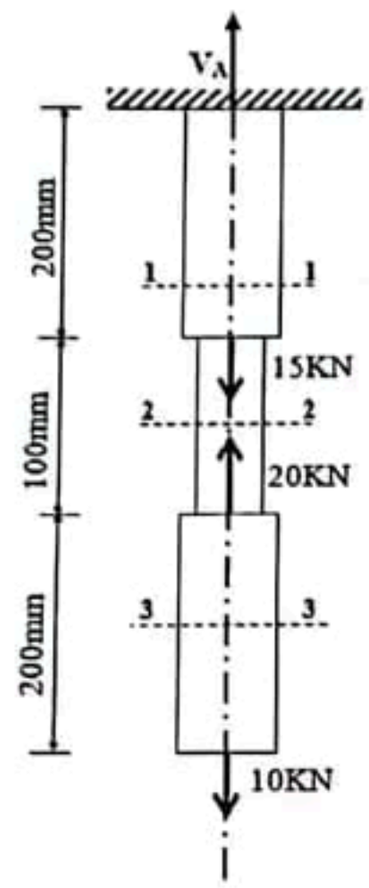
المظهر العرضي

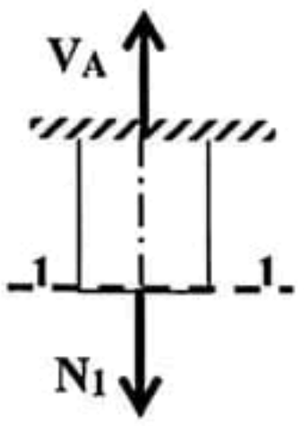
- **ملاحظة :** تنقّط المناسيب عند طرفي المظهر العرضي مرة واحدة فقط.

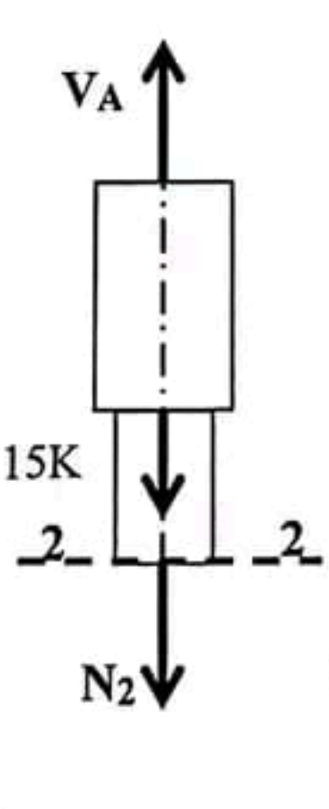
0.5	4x0.125
0.5	
03	
04	

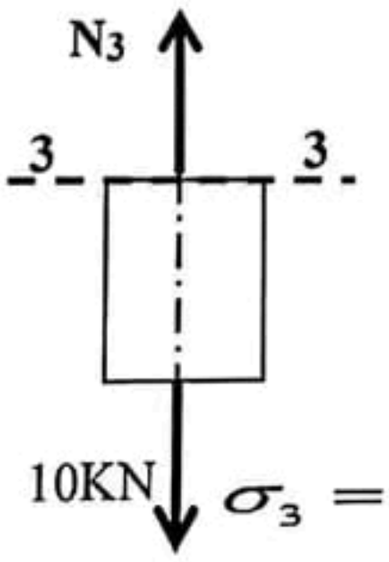
		النشاط الثاني:د
		1-حساب المساحة $S_{(ABCD)}$:
	0.50	$S_{(ABCD)}=\frac{1}{2}\left[X_A(Y_D-Y_B)+X_B(Y_A-Y_C)+X_C(Y_B-Y_D)+X_D(Y_C-Y_A)\right]$
	0.25	$S_{(ABCD)}=\frac{1}{2}\left[0(25.30-19)+1(0-25.30)+13(19-25.30)+41(25.30-0)\right]$
	0.25	$S_{(ABCD)}=\frac{1}{2}\left[0-25.30-81.90+1037.30\right]=\boxed{465.05m^2}$
1.00		2-حساب السمت الاحدائي G_{AD} :
	0.125x2	$\Delta X_{AD}=X_D-X_A=41-0=41m\succ 0$ $\Delta Y_{AD}=Y_D-Y_A=25.30-0=25.30m\succ 0$
	2x0.25	$tg(g)=\left\lvert\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right\rvert=\left\lvert\frac{41}{25.30}\right\rvert=1.62\Rightarrow\boxed{g=64.80grd}$
	0.25	نحن في الربع الأول منه $\boxed{G_{AD}=g=64.80grd}$
		حساب المسافة L_{AD} :
	0.25	$L_{AD}=\sqrt{(\Delta X)^2+(\Delta Y)^2}=\sqrt{(41)^2+(25.30)^2}=\boxed{48.18m}$
1.25		3-استنتاج G_{AE} :
	0.25	من الشكل(5) نلاحظ ان الزاوية G_{AE} قائمة ومنه: $\boxed{G_{AE}=100grd}$
0.25		4 -حساب الزاوية α : $\alpha=G_{AE}-G_{AD}=100-64.80=\boxed{35.20grd}$
	0.25	
0.25		5-حساب المساحة $S_{(ADE)}$:
	0.5	$S_{(ADE)}=\frac{1}{2}\left[L_{AD}\times L_{AE}\times\sin\alpha\right]=\frac{1}{2}\left[48.18\times 45\times\sin 35.20\right]=\boxed{569.31m^2}$
1.00	2x0.25	6-حساب المساحة الكلية $S_{(ABCDE)}$:
	0.25	$S_{(ABCDE)}=S_{(ABCD)}+S_{(ADE)}=465.05+569.31=\boxed{1034.36m^2}$
0.25		
04		
20		

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
مكانيك مطبقة (12نقطة)		
النشاط الأول: التحريضات البسيطة (05 نقاط)		
1-حساب رد الفعل عند الوثاقة A:		
$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow V_A - 15 + 20 - 10 = 0$		
$\Rightarrow \boxed{V_A = 5KN}$	0.25	0.25
2-حساب الجهود الناظمية (N) والإجهادات الناظمية (σ) في مختلف مقاطع القضيب.		
القطع 1-1 : $0 \le y \le 200$		
$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow V_A - N_1 = 0$		
$\Rightarrow N_1 = V_A \Rightarrow \boxed{N_1 = +5\,KN}$	0.25	
$\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} = \frac{5\times10^2}{2.5\times2.5} \Rightarrow \boxed{\sigma_1 = 80daN/cm^2}$	0.25x2	
القطع 2-2: $200 \le y \le 300$		
$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow V_A - 15 - N_2 = 0$		
$\Rightarrow \boxed{N_2 = -10\,KN}$	0.25	
$\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} = \frac{-10\times10^2}{\frac{3.14}{4}\times(2^2-1.2^2)}$		
$\Rightarrow \boxed{\sigma_2 = -497.61daN/cm^2}$	0.25x2	
القطع 3-3: $0 \le y \le 200$		
$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow N_3 - 10 = 0 \Rightarrow \boxed{N_3 = +10\,KN}$	0.25	
$\sigma_3 = \frac{N_3}{S_3} = \frac{10\times10^2}{2.5\times2.5} \Rightarrow \boxed{\sigma_3 = 160daN/cm^2}$	0.25x2	2.25

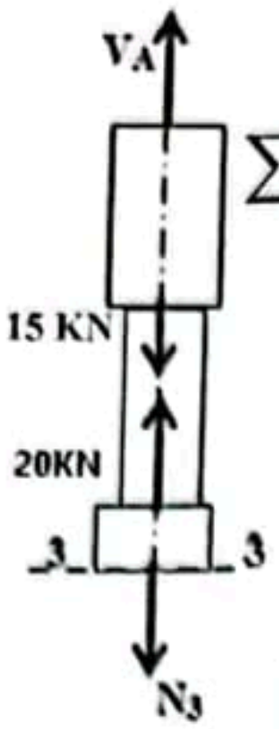








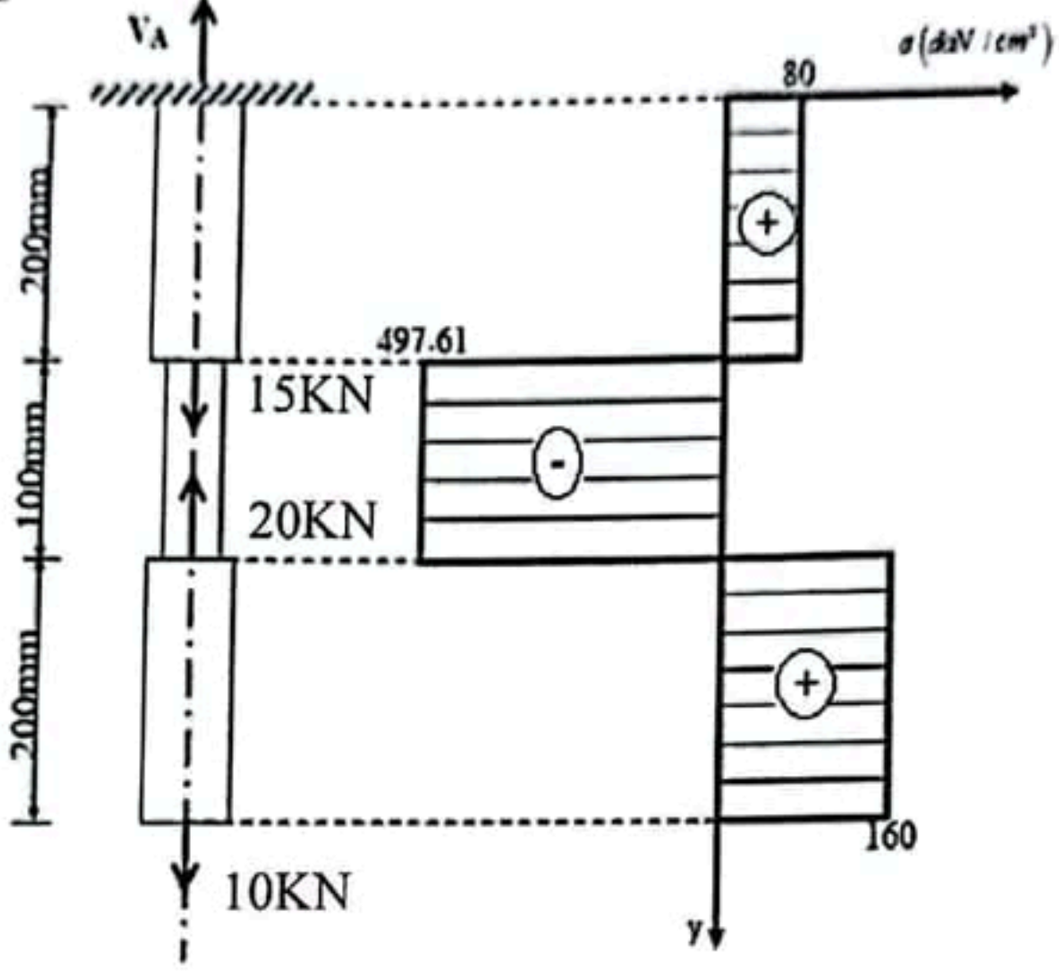
الطريقة الثانية للمقطع (3-3): $300 \le y \le 500$



$$\sum F/_y = 0 \Rightarrow V_A - 15 + 20 - N_3 = 0 \Rightarrow \boxed{N_3 = +10KN}$$

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

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

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

0.25x2

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

01

5-أ-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

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

0.25

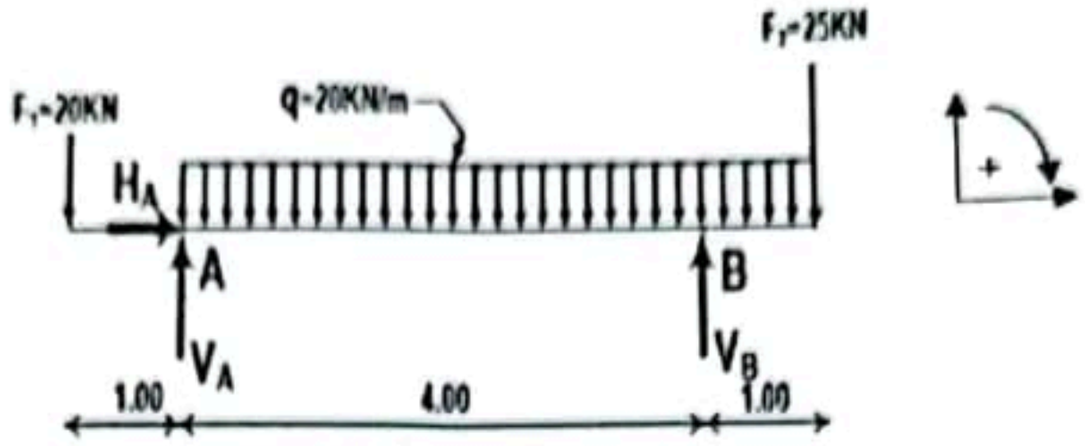
ب-لدينا $E_3 = 2.1 \times 10^6 daN/cm^2$ من الجدول المرفق نوع المادة هو الفولاذ .

0.75

05

النشاط الثاني: دراسة رافدة (07 نقاط)

1- حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B :



0.25 $\sum F/_x = 0 \Rightarrow \boxed{H_A = 0}$

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

0.25 $\Rightarrow \boxed{V_B = 88.75KN}$

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

0.25 $\Rightarrow \boxed{V_A = 56.25KN}$

0.75

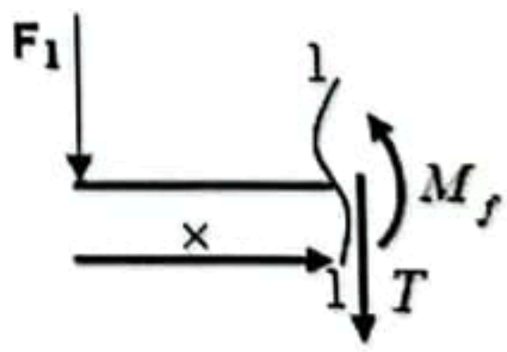
2- كتابة معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة:

القطع 1-1 : $0 \le x \le 1$

0.25 $T(x) = -F_1 \Rightarrow \boxed{T(x) = -20KN}$

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

0.125 $T(1) = \boxed{-20KN}$

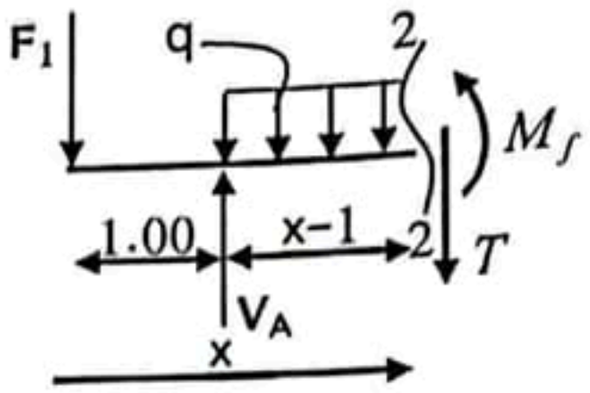


0.50 $M_f(x) = -F_1 \times x \Rightarrow \boxed{M_f(x) = -20x}$

0.125 $M_f(0) = \boxed{0}$

0.125 $M_f(1) = \boxed{-20KN.m}$

القطع 2-2: $1 \le x \le 5$



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

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

0.25 $\Rightarrow \boxed{T(x) = -20x + 56.25}$

0.125 $T(1) = \boxed{+36.25\,KN}$

0.125 $T(5) = \boxed{-43.75\,KN}$

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

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

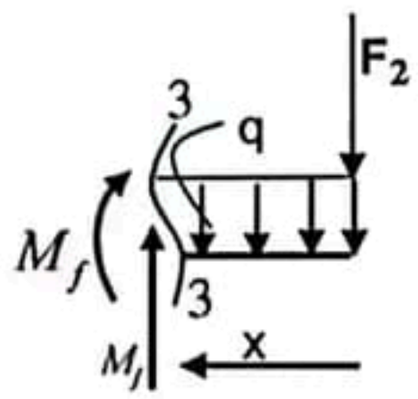
0.50 $\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -10x^2 + 56.25x - 66.25}$

0.125 $M_f(1) = \boxed{-20\,KN.m}$

0.125 $M_f(5) = \boxed{-35\,KN.m}$

القطع 3-3 : $0 \le x \le 1$

الطريقة الأولى: القطع من اليمين



$T(x) = F_2 + qx$

0.25 $\Rightarrow \boxed{T(x) = 20x + 25}$

0.125 $T(0) = \boxed{+25\,KN}$

0.125 $T(1) = \boxed{+45\,KN}$

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

0.50 $\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -10x^2 - 25x}$

0.125 $M_f(0) = \boxed{0}$

0.125 $M_f(1) = \boxed{-35\,KN.m}$

حساب القيمة الحدية $M_f(x)$

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

0.25 $\Rightarrow x = \frac{56.25}{20} = \boxed{2.81m}$

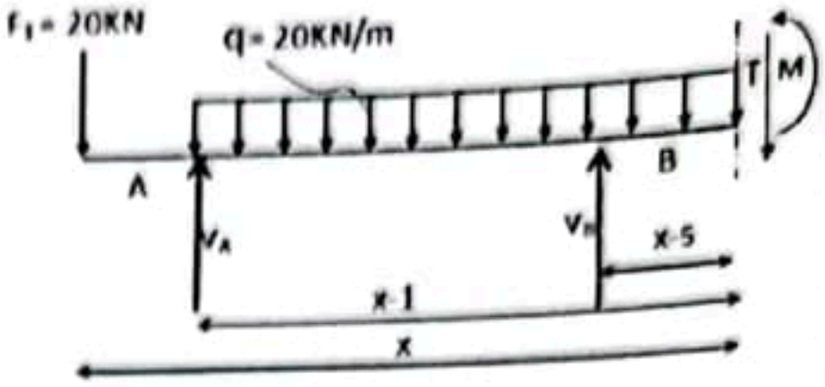
بالتعويض في معادلة $M_f(x)$ نجد:

0.25 $M_f(2.81) = \boxed{12.85KN.m}$

4.25

القطع 3-3 : $5 \le x \le 6$

الطريقة الثانية: القطع من اليسار



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

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

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

$$T(5) = \boxed{45KN}$$

$$T(6) = \boxed{25KN}$$

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

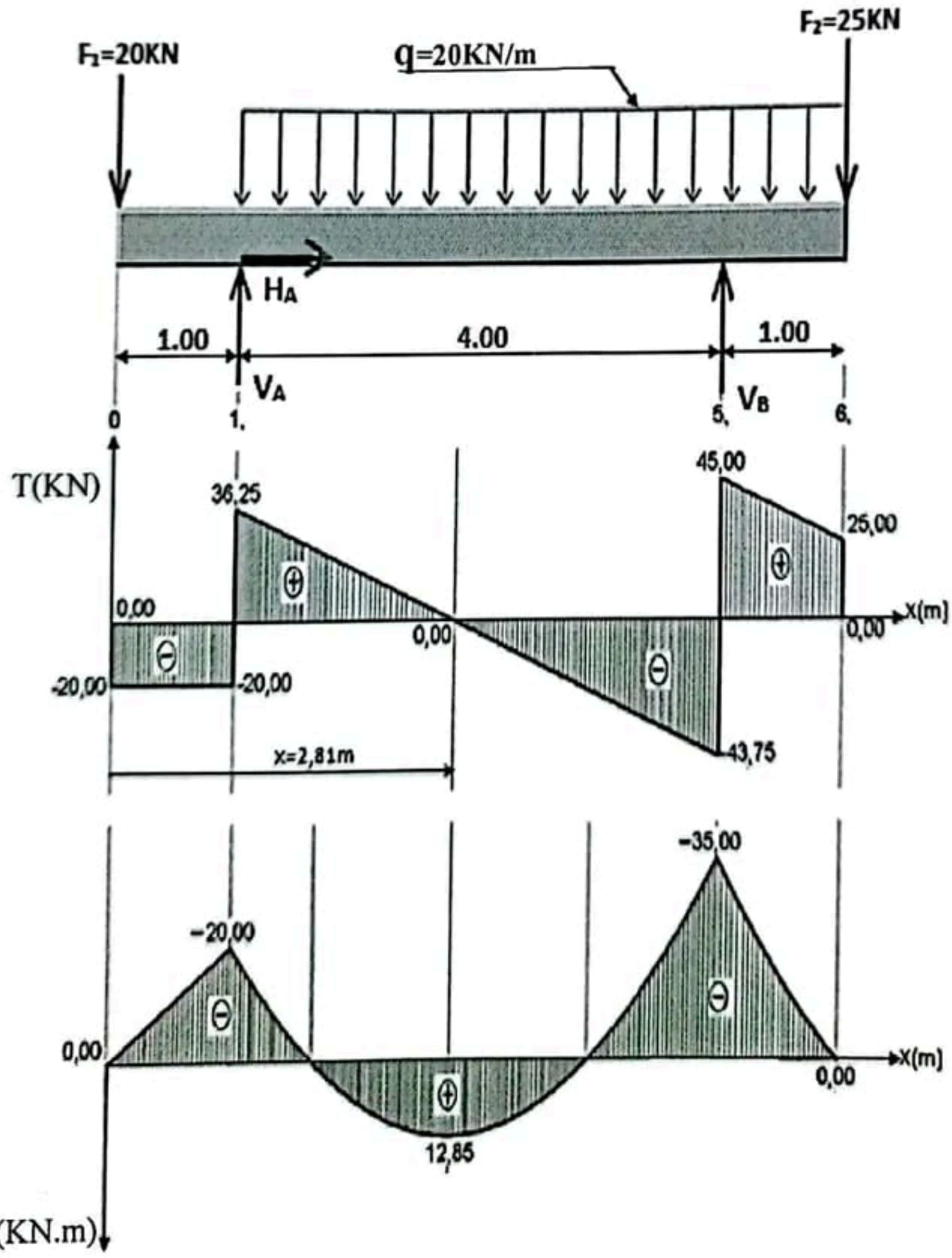
$$\Rightarrow M_f(x) = -20x - 10(x-1)^2 + 56.25(x-1) + 88.75(x-5)$$

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

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

$$M_f(6) = \boxed{0}$$

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



3x0.125

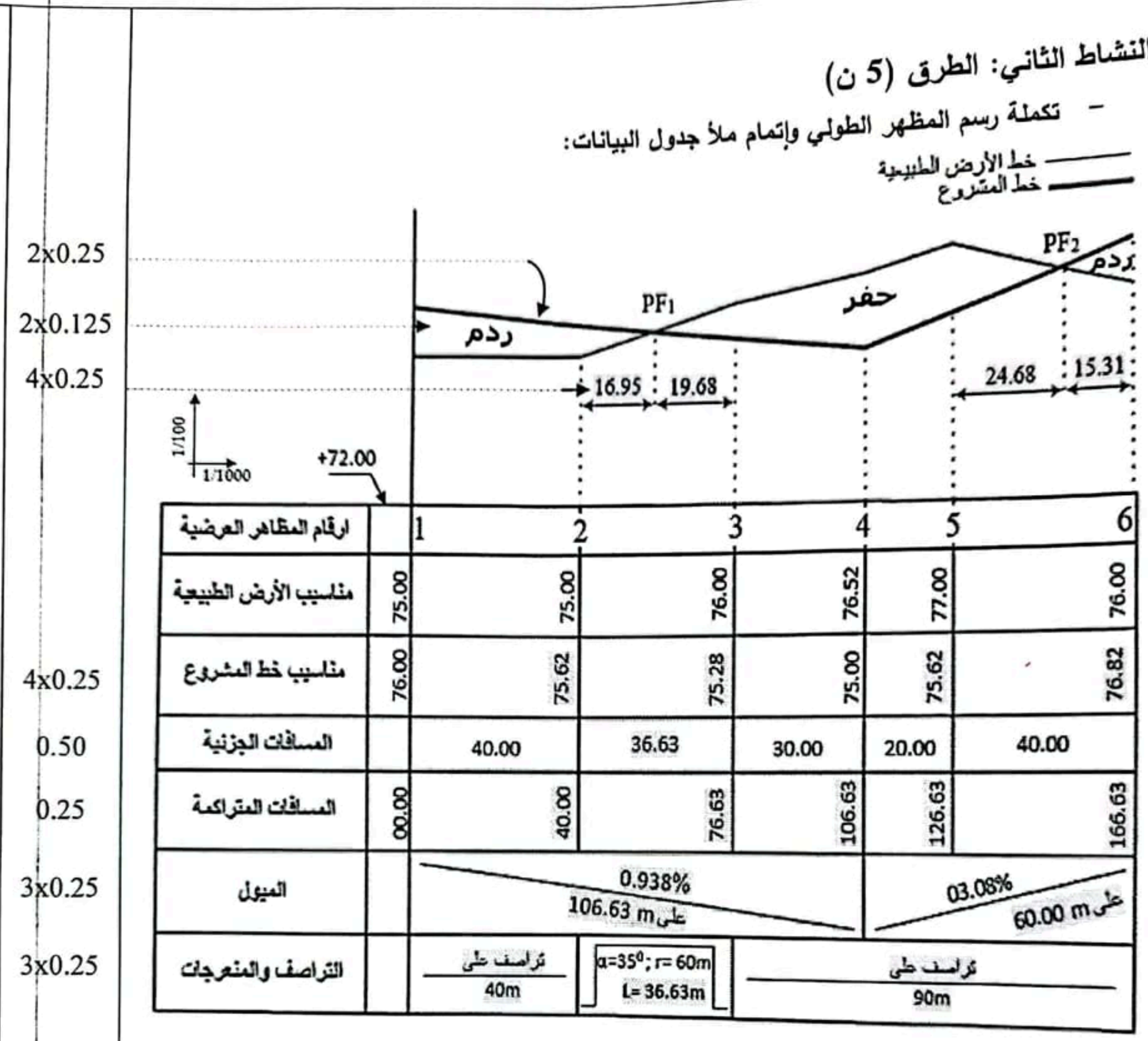
3x0.125

5

	2x0.125	4- القيم العظمى للجهد القاطع T وعزم الانحناء M_f :
0.25		$M_{f\max} = 35KN.m$ و $T_{\max} = 45KN$
		5-إيجاد المجنّب اللازم والكافي:
		من شرط المقاومة لدينا:
	2x0.25	$\sigma_{\max} \le \bar{\sigma}$
		$\Rightarrow \frac{M_{f\max}}{w_{IXX'}} \le \bar{\sigma} \Leftrightarrow w_{IXX'} \ge \frac{M_{f\max}}{\bar{\sigma}} \Leftrightarrow w_{IXX'} \ge \frac{35\times10^2\times10^2}{1600}$
	0.25	$w_{IXX'} \ge 218.75cm^3$
	0.25	ومنه نختار المجنّب $IPE\,220$ بحيث $(W_{xx'} = 252\text{cm}^3)$
01		
07		**البناء: (08 نقاط)**
		النشاط الاول : المنشآت العلوية (03 ن)
		1) تصنيف الفواصل في كل حالة:
	3x0.50	الحالة (A) : فاصل الانقطاع أو التصدع .
		الحالة (B) :فاصل التمدد .
01.50		الحالة (C) : فاصل الانقطاع أو التصدع .
		2) تعليل التصنيف في كل حالة:
	3x0.50	الحالة (A) : اختلاف الارتفاع في المنشأ .
		الحالة (B) : طول المنشأ.
01.50		الحالة (C): المنشأ بني على تربة غير متجانسة (مختلفة الخصائص) .
03		

النشاط الثاني: الطرق (5 ن)

- تكملة رسم المظهر الطولي وإتمام ملأ جدول البيانات:



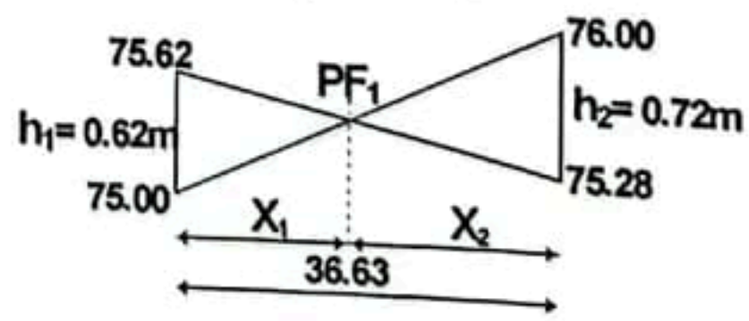
ارقام المظاهر العرضية		1	2	3	4	5	6
مناسيب الأرض الطبيعية	75.00	75.00	76.00	76.52	77.00	76.00	
مناسيب خط المشروع	76.00	75.62	75.28	75.00	75.62	76.82	
المسافات الجزئية		40.00	36.63	30.00	20.00	40.00	
المسافات المتراكمة	00.00	40.00	76.63	106.63	126.63	166.63	
الميول		0.938% على 106.63 m			03.08% على 60.00 m		
التراصف والمنعرجات		تراصف على 40m	α=35°; r= 60m L= 36.63m		تراصف على 90m		

- حساب المظاهر الوهمية:

- المظهر الوهمي PF_1:

$$x_1 = \frac{h_1 \times L_{(2-3)}}{h_1 + h_2} = \frac{0.62 \times (36.63)}{0.62 + 0.72} \Rightarrow x_1 = 16,95m$$

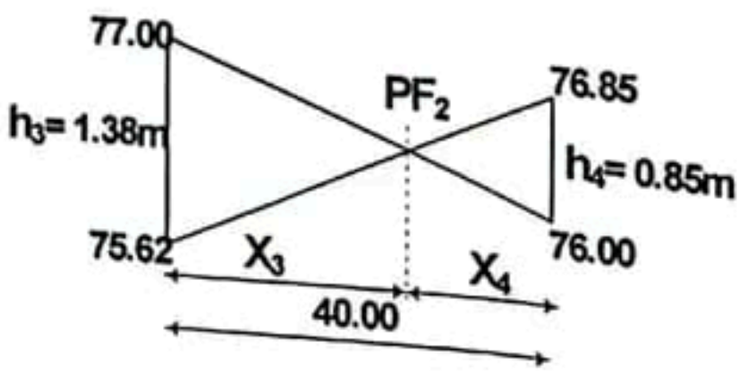
$$x_2 = \frac{h_2 \times L_{(2-3)}}{h_1 + h_2} = \frac{0.72 \times (36.63)}{0.62 + 0.72} \Rightarrow x_2 = 19.68m$$



- المظهر الوهمي PF_2 :

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

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



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