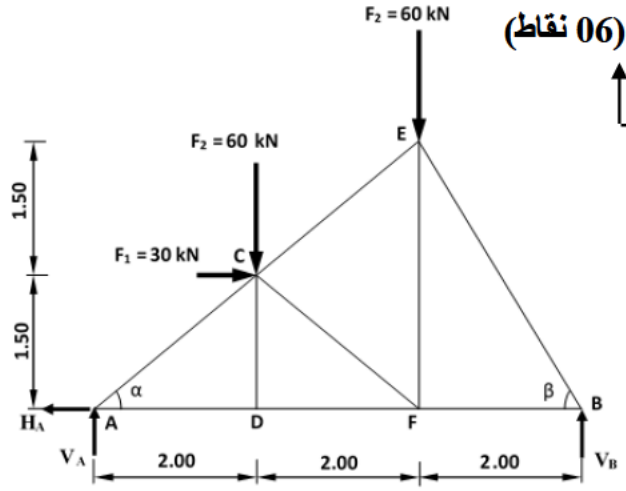
عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
ميكانيك تطبيقية:		
النشاط الأول: الأنظمة المثلثية (06 نقاط)		



1) حساب ردود الأفعال في المسندين (A) و (B): ---------- **01.50**

$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow -H_A + 30 = 0 \Rightarrow \boxed{H_A = 30kN}$ — 0.25

$\sum M_{F/A} = 0 \Rightarrow -(V_B \times 6) + (60 \times 4) + (60 \times 2) + (30 \times 1.5) = 0$

$\boxed{V_B = 67.5kN}$ — 0.50

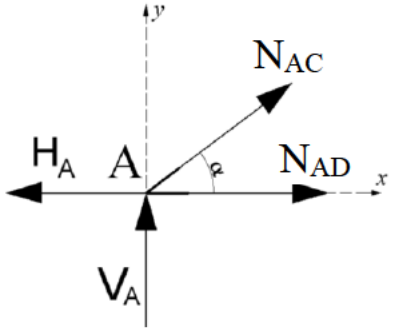
$\sum M_{F/B} = 0 \Rightarrow (V_A \times 6) + (30_1 \times 1.5) - (60 \times 4) - (60 \times 2) = 0$

$\boxed{V_A = 52.5kN}$ — 0.50

$\sum F_{/y} = 0 \Rightarrow V_A + V_B - 60 - 60 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 120kN$

$V_A + V_B = 52.5 + 67.5 = 120kN$ محققة — 0.25

2) حساب شدة الجهود الداخلية في القضبان: ---------- **03.50**



- **عزل العقدة A**

$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow N_{AD} + (N_{AC} \times \cos\alpha) - H_A = 0$

$\Rightarrow \boxed{N_{AD} = -(N_{AC} \times \cos\alpha) + H_A} \ldots\ldots(I)$

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_A + (N_{AC} \times \sin\alpha) = 0$

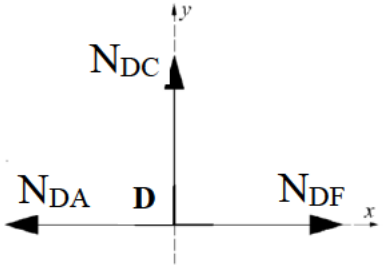
$\Rightarrow N_{AC} = \dfrac{-V_A}{\sin\alpha} = \dfrac{-52.50}{0.6}$

$\Rightarrow \boxed{N_{AC} = -87.50KN}$ — 0.50

بالتعويض في العلاقة (I)

0.50 $(I) \Rightarrow N_{AD} = -(-87.5) \times 0.8 + 30 \Rightarrow \boxed{N_{AD} = 100kN}$

عزل العقدة D

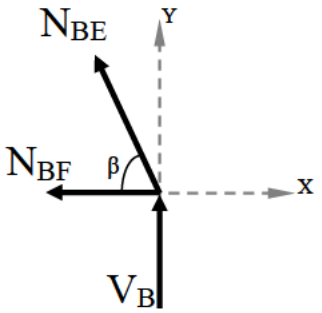


$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow N_{DF} - N_{DA} = 0 \Rightarrow N_{DC} = N_{DA}$

0.50 $\Rightarrow \boxed{N_{DF} = 100kN}$

0.50 $\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow \boxed{N_{DC} = 0}$

عزل العقدة B:



$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow -N_{BF} - (N_{BE} \times \cos\beta) = 0$

$\Rightarrow \boxed{N_{BF} = -N_{AC} \times \cos\beta}.....(I)$

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_B + (N_{BE} \times \sin\beta) = 0$

0.50 $\Rightarrow N_{BE} = \frac{-V_B}{\sin\beta} = \frac{-67.50}{0.832} \Rightarrow \boxed{N_{BE} = -81.12KN}$

بالتعويض في العلاقة (I)

0.50 $(I) \Rightarrow N_{BF} = -(-81.12) \times 0.555 \Rightarrow \boxed{N_{BF} = 45kN}$

- تدوين النتائج في جدول

الجهود الناظمية	N_{AC}	N_{AD}	N_{DF}	N_{DC}	N_{BE}	N_{BF}
الشدة(KN)	87.50	100	100	0.00	81.12	45
الطبيعة	ضغط	شد	شد	تركيب	ضغط	شد

0.50

01 **3) استخراج المجنب اللازم والكافي للمقاومة:**

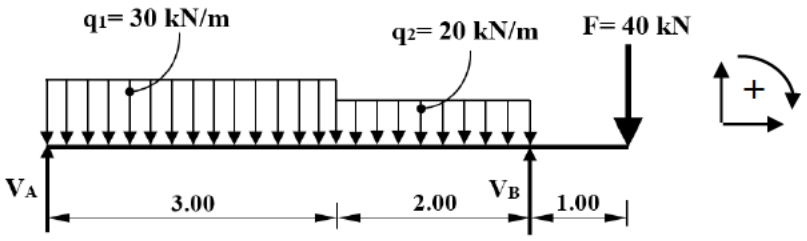
0.25 $\sigma_{max} \leq \overline{\sigma} \Rightarrow \frac{N_{max}}{2S} \leq \overline{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_{max}}{2 \times \overline{\sigma}}$

0.25 $\Rightarrow S \geq \frac{100 \times 10^2}{2 \times 1600} \Rightarrow \boxed{S \geq 3.125cm^2}$

0.50 من الجدول نختار: $S=3.90\ cm^2$ ومنه المجنب المناسب L (45×45×4.5)

06

النشاط الثاني: الانحناء البسيط المستوي (06 نقاط)



0.75 ---------- **1) حساب ردود الأفعال:**

0.25 $\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow \boxed{H_A = 0}$

$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow -(V_B \times 5) + (30 \times 3 \times 1.5) + (20 \times 2 \times 4) + (40 \times 6) = 0$

0.25 $\Rightarrow V_B = \boxed{107kN}$

$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow (V_A \times 5) - (30 \times 3 \times 3.5) - (20 \times 2 \times 1) + (40 \times 1) = 0$

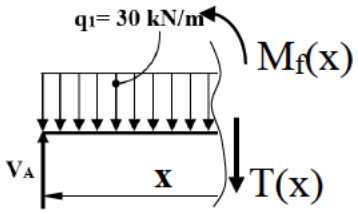
0.25 $\Rightarrow V_A = \boxed{63kN}$

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_A + V_B - (30 \times 3) - (20 \times 2) - 40 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 170kN$

العلاقة محققة

03.50 ---------- **2) معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f):**

- $0 \le x \le 3$

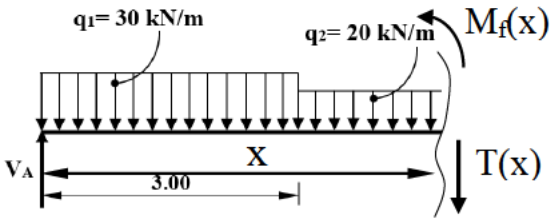


0.50 $T(x) = -30 \times x + 63 \Rightarrow \boxed{T(x) = -30x + 63}$

0.50 $M_f(x) = -30 \times \frac{x^2}{2} + 63 \times x \Rightarrow \boxed{M_f(x) = -15x^2 + 63x}$

x(m)	0	3
T(kN)	63	-27
M_f (kN.m)	0	54

- $3 \le x \le 5$



0.50 $T(x) = -30 \times 3 + 63 - 20(x - 3)$

$\Rightarrow \boxed{T(x) = -20x + 33}$

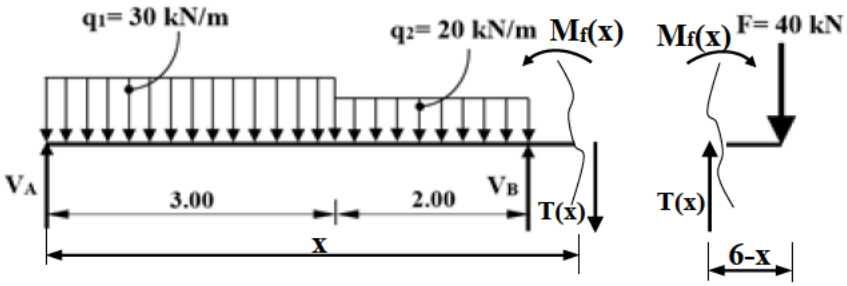
$M_f(x) = -30 \times 3(x - 1.5) + 63x - 20\frac{(x-3)^2}{2}$

0.50 $\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -10x^2 + 33x + 45}$

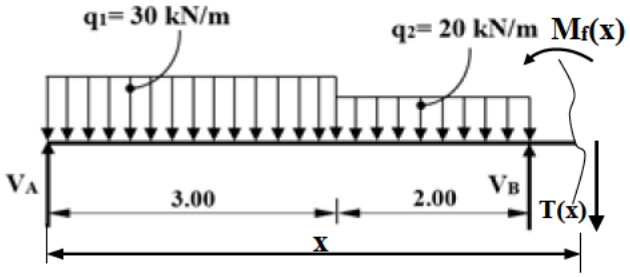
x(m)	3	5
T(kN)	-27	-67
M_f(kN.m)	54	-40

0.25

- $5 \le x \le 6$



- **الطريقة الأولى: نختار الجزء المقطوع على اليسار**



$$T(x) = V_A - (q_1 \times 3) - (q_2 \times 2) + V_B$$

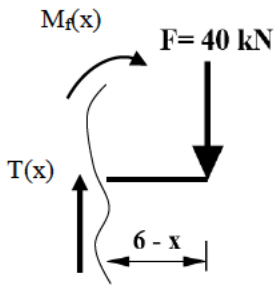
$$T(x) = 63 - 90 - 40 + 107 \rightarrow \boxed{T(x) = 40}$$

$$M_f(x) = (V_A.x) - (q_1 \times 3)(x - 1.5) - (q_2 \times 2)(x - 4) + V_B.(x - 5)$$

$$M_f(x) = 63x - 90x + 135 - 40x + 160 + 107x - 535$$

$$\rightarrow \boxed{M_f(x) = 40x - 240}$$

- **الطريقة الثانية: نختار الجزء المقطوع على اليمين**



$$\boxed{T(x) = 40}$$

$$M_f(x) + 40(6 - x) = 0 \Rightarrow M_f(x) = -40(6 - x)$$

$$\boxed{M_f(x) = 40x - 240}$$

x(m)	5	6
T(kN)	40	40
Mf(kN.m)	-40	0

0.50 0.50 0.25

3) حساب عزم الانحناء الأعظمي: ----------

0.50

من خلال المجال [0 ; 3]: $T(0) > 0$ ، $T(3) < 0$

0.25

ومنه:

$$T(x) = 0 \Rightarrow -30x + 63 = 0 \Rightarrow x = 2.1m$$

0.25

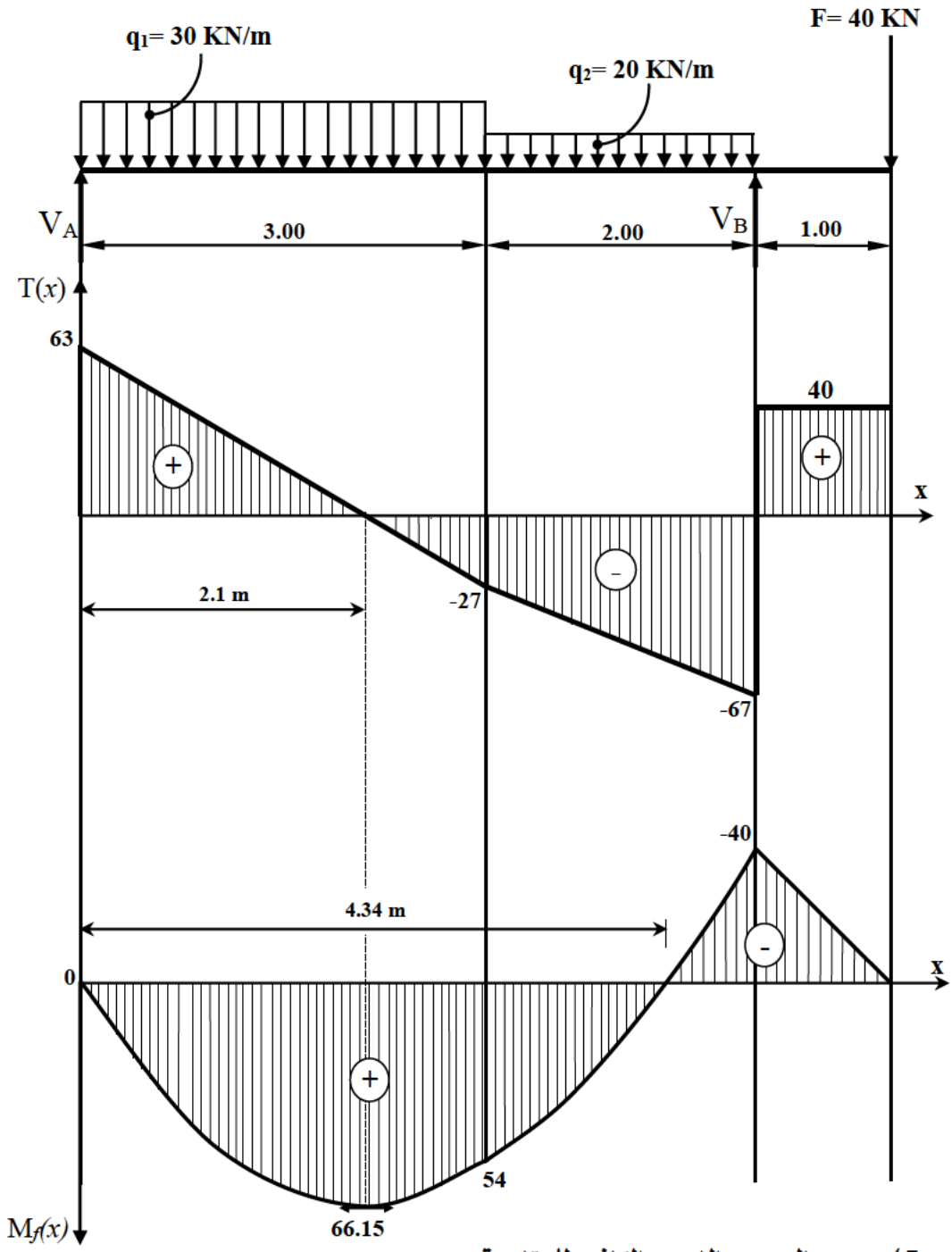
$$M_f(2.1) = 66.15kN.m \rightarrow \boxed{M_{f\max} = 66.15kN.m}$$

نقاط مساعدة في رسم منحنى عزم الانحناء Mf(x):

- في المجال [3 ; 5]: $M_f(x) = 0 \rightarrow x = 4.34m$

01

4) المنحنيات البيانية للجهد القاطع وعزم الانحناء:



0.50

0.50

0.25 **5) تحديد المجنب اللازم والكافي للمقاومة:**

$$\sigma_{max} \le \overline{\sigma} \Rightarrow \frac{M_{max}}{W_{/xx'}} \Rightarrow W_{/xx'} \ge \frac{M_{max}}{\overline{\sigma}}$$

0.25

$$\Rightarrow W_{/xx'} \ge \frac{66.15 \times 10^4}{1600} \Rightarrow W_{/xx'} \ge 413.44$$

من الجدول نختار $W_{/xx'} = 428.9\ cm^3$ وبالتالي المجنب المناسب IPE270

06

البناء :

النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (05 نقاط)

01.25 **1) حساب مساحة القطعة ABCD:**

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

0.50 $$S_{ABCD}=\frac{1}{2}\left[35(20-60)+40(30-60)+90(60-20)+110(60-30)\right]$$

0.25 $$\boxed{S_{ABCD}=2150cm^2}$$

01.50 **2) حساب السمت الاحداثي G_{AD}:**

0.25 $$\Delta X_{AD}=X_D-X_A=110-35\rightarrow\boxed{\Delta X_{AD}=75}$$

0.25 $$\Delta Y_{AD}=Y_D-Y_A=20-30\rightarrow\boxed{\Delta Y_{AD}=-10}$$

0.25 $$\tan g=\frac{|\Delta X_{AD}|}{|\Delta Y_{AD}|}=\frac{|75|}{|-10|}=7.5$$

0.25 $$\rightarrow\boxed{g=91.56gr}$$

0.25 $$\left.\begin{matrix}\Delta X_{AD}>0\\ \Delta Y_{AD}<0\end{matrix}\right\}\Rightarrow G_{AD}=200-g=200-91.56$$

0.25 $$\rightarrow\boxed{G_{AD}=108.44gr}$$

0.50 – **حساب المسافة L_{AD}:**

0.25 $$L_{AD}=\sqrt{\Delta X_{AD}{}^2+\Delta Y_{AD}{}^2}$$

0.25 $$L_{AD}=\sqrt{75^2+(-10)^2}\rightarrow\boxed{L_{AD}=75.66m}$$

01.75 **3) ـأ استنتاج ترتيب النقطة F:**

0.25 من خلال الشكل وبما أن النقطة F تنتمي إلى الضلع BC فإن: $Y_F=Y_B=Y_C=60m$

3) ـب حساب فاصلة النقطة F:

0.25 $$S_{ABFE}=S_{EFCD}=\frac{1}{2}S_{ABCD}=1075m^2$$

0.50 $$S_{ABFE}=\frac{1}{2}\left[X_A\left(Y_E-Y_B\right)+X_B\left(Y_A-Y_F\right)+X_F\left(Y_B-Y_E\right)+X_E\left(Y_F-Y_A\right)\right]$$

0.25 $$1075=\frac{1}{2}\left[35(25-60)+40(30-60)+X_F(60-25)+72.5(60-30)\right]$$

$$1075=\frac{1}{2}\left[35X_F-250\right]$$

0.50 $$X_F=\frac{2400}{35}\rightarrow\boxed{X_F=68.57m}$$

05 **النشاط الثاني: المنشأ العلوي (03 نقاط)**

03 – **تسمية العناصر:**

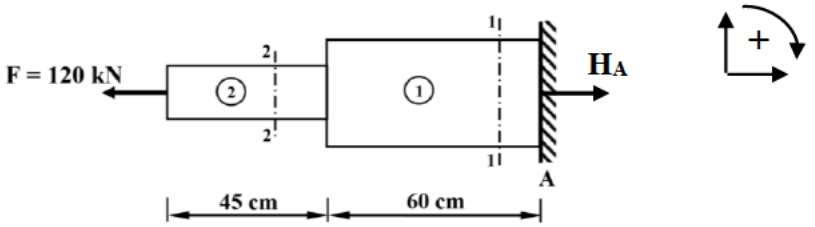
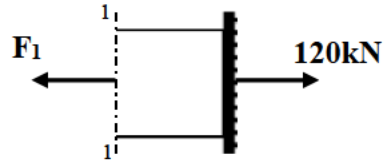
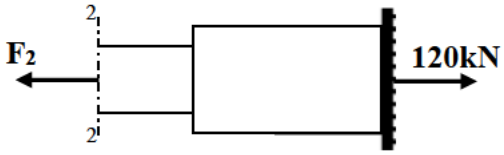
0.75 × 4

1- القائمة 2- النائمة (أو الدرجة)

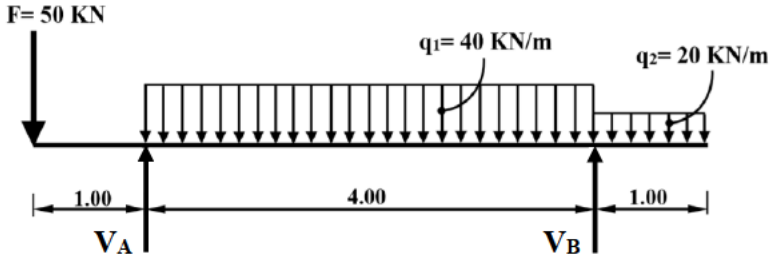
3- الفاصل (أو منبسط الراحة) 4- الحصيرة .و يقبل الجواب التالي : (القلبة)

03

20

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
ميكانيك تطبيقية:		
النشاط الأول: التحريضات البسيطة (05 نقاط)		
1) حساب رد فعل الوثاقة H_A:		**0.75**
$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow H_A - 120 = 0 \rightarrow \boxed{H_A = 120kN}$	0.25	
	0.5	
2) حساب الجهود الداخلية في الجسمين 1 و2:		**01**
- القطع 1-1:		
	0.25x2	
$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow 120 - F_1 = 0 \rightarrow \boxed{F_1 = 120kN}$		
- القطع 2-2:		
	0.25x2	
$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow 120 - F_2 = 0 \rightarrow \boxed{F_2 = 120kN}$		
3) حساب الإجهادات الناظمية في الجسمين 1 و2:		**01.50**
$\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} = \frac{120 \times 10^2}{3.14 \times \frac{20^2}{4}} \rightarrow \boxed{\sigma_1 = 38.22daN/cm^2}$	0.25x3	
$\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} = \frac{120 \times 10^2}{3.14 \times \frac{10^2}{4}} \rightarrow \boxed{\sigma_2 = 152.87daN/cm^2}$	0.25x3	
4) حساب التشوه الطولي للجملة ΔL:		**01.75**
$\sigma_1 = E_1 \times \varepsilon_1 = E_1 \times \frac{\Delta L_1}{L_1} \rightarrow \Delta L_1 = \frac{\sigma_1 \times L_1}{E_1} = \frac{38.22 \times 60}{2.1 \times 10^6} \rightarrow \boxed{\Delta L_1 = 1.09 \times 10^{-3} cm}$	0.25x3	
$\sigma_2 = E_2 \times \varepsilon_2 = E_2 \times \frac{\Delta L_2}{L_2} \rightarrow \Delta L_2 = \frac{\sigma_2 \times L_2}{E_2} = \frac{152.87 \times 45}{0.9 \times 10^6} \rightarrow \boxed{\Delta L_2 = 7.64 \times 10^{-3} cm}$	0.25x3	
$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = 1.09 \times 10^{-3} + 7.64 \times 10^{-3}$	0.25	
$\boxed{\Delta L = 8.73 \times 10^{-3} cm = 8.73 \times 10^{-2} mm}$		
		05

النشاط الثاني: الانحناء البسيط المستوي (07 نقاط)



01 ---------- **1) حساب ردود الأفعال:**

$$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow \boxed{H_B = 0}$$

0.50 $$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow (-V_B \times 4) + (40 \times 4 \times 2) + (20 \times 1 \times 4.5) - (50 \times 1) = 0$$

$$\Rightarrow V_B = \boxed{90kN}$$

0.50 $$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow (V_A \times 4) - (40 \times 4 \times 2) + (20 \times 1 \times 0.5) - (50 \times 5) = 0$$

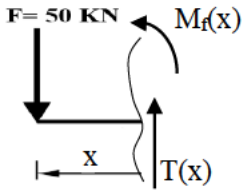
$$\Rightarrow V_A = \boxed{140kN}$$

$$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_A + V_B - 50 - (40 \times 4) - (20 \times 1) \Rightarrow V_A + V_B = 230kN$$

العلاقة محققة

03.50 ---------- **2) معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f):**

- $0 \le x \le 1$



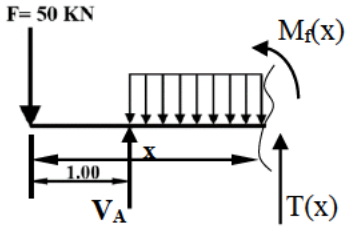
0.50 0.50

$$\boxed{T(x) = -50}$$

$$\boxed{M_f(x) = -50x}$$

x(m)	0	1
T(kN)	-50	-50
M_f (kN.m)	0	-50

- $1 \le x \le 5$



0.50

$$T(x) = -50 + 140 - 40(x-1)$$

$$\Rightarrow \boxed{T(x) = -40x + 130}$$

0.50

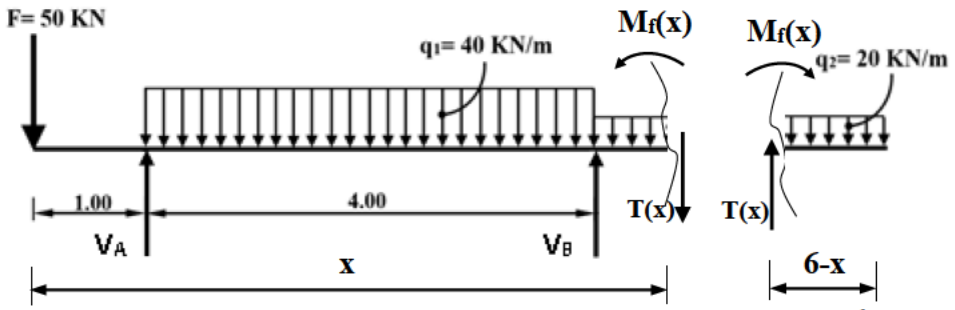
$$M_f(x) = -50x + 140(x-1) - \frac{40}{2}(x-1)^2$$

$$\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -20x^2 + 130x - 160}$$

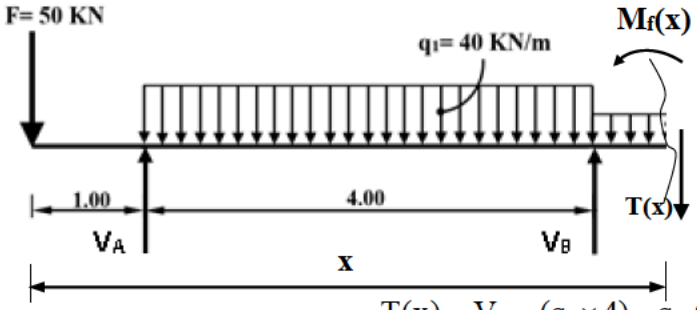
0.25

x(m)	1	5
T(kN)	90	-70
M_f(kN.m)	-50	-10

- $5 \le x \le 6$



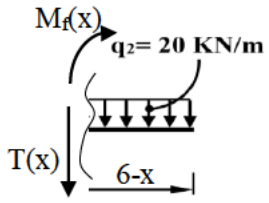
- الطريقة الأولى: نختار الجزء المقطوع على اليسار



$$T(x) = V_A - (q_1 \times 4) - q_2.(x-5) + V_B - 50$$
$$T(x) = 140 - (40 \times 4) - 20(x-5) + 90 - 50$$
$$\rightarrow \boxed{T(x) = -20x + 120}$$

$$M_f(x) = V_A.(x-1) - (q_1 \times 4)(x-3) - q_2.\frac{(x-5)^2}{2} + V_B.(x-5) - 50.x$$
$$M_f(x) = 140x - 140 - 160x + 480 - 10x^2 - 250 + 100x + 90x - 450 - 50x$$
$$\rightarrow \boxed{M_f(x) = -10x^2 + 120x - 360}$$

الطريقة الثانية: نختار الجزء المقطوع على اليمين



0.50 $T(x) = 20(6-x)$

$\boxed{T(x) = -20x + 120}$

0.50 $M_f(x) + \frac{20}{2}(6-x)^2 = 0 \Rightarrow M_f(x) = -20(36 + x^2 - 12x)$

$\boxed{M_f(x) = -10x^2 + 120x - 360}$

0.25

x(m)	5	6
T(kN)	20	0
M_f(kN.m)	-10	0

0.50 **3) حساب عزم الانحناء الأعظمي:**

من خلال المجال [1 ; 5]: $T(1) > 0$ ، $T(5) < 0$

ومنه:

0.25 $T(x) = 0 \Rightarrow -40x + 130 = 0 \Rightarrow x = 3.25m$

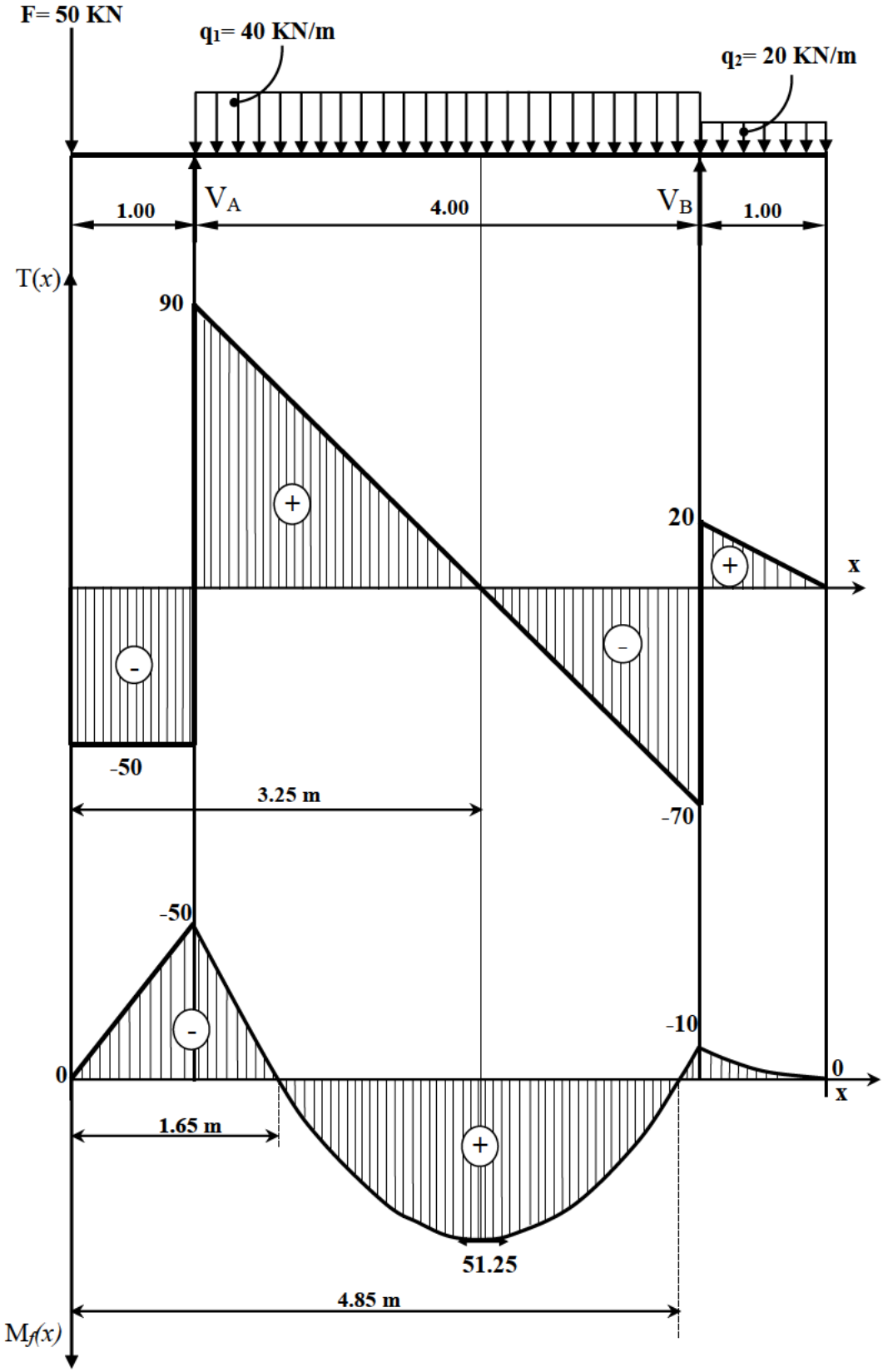
0.25 $M_f(x) = -20x^2 + 130x - 160$

$M_f(3.25) = 51.25kN.m \rightarrow \boxed{M_{f\max} = 51.25kN.m}$

نقاط مساعدة في رسم منحنى عزم الانحناء $M_f(x)$

- في المجال [5 ; 1]: $M_f(x)=0 \rightarrow \begin{cases} x_1 = 1.65m \\ x_2 = 4.85m \end{cases}$

01.50 ---------- **4) المنحنيات البيانية للجهد القاطع وعزم الانحناء:** ----------



0.25 × 3

0.25 × 3

0.50 ---------- **5) – أ -التحقق من مقاومة المجنب IPN220:** ----------

من الجدول: $IPN220 \rightarrow W_{/xx'} = 278cm^3$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{/xx'}} = \frac{51.25\times10^4}{278} = 1843daN/cm^2$$

0.25 $\rightarrow \boxed{\sigma_{max} > \overline{\sigma}}$

إذن المجنب IPN220 لا يحقق شرط المقاومة

5) – ب -تحديد المجنب اللازم والكافي للمقاومة:

$$\sigma_{max} \leq \overline{\sigma} \rightarrow \frac{M_{max}}{W_{/xx'}} \rightarrow W_{/xx'} \geq \frac{M_{max}}{\overline{\sigma}}$$

0.25 $$\rightarrow W_{/xx'} \geq \frac{51.25\times10^4}{1600} \rightarrow W_{/xx'} \geq 320.31$$

من الجدول نختار $W_{/xx'} = 354\ cm^3$ وبالتالي المجنب المناسب IPN240

07

البناء:

النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (03 نقاط)

01.50 ---------- **1) حساب السمت الاحداثي G_{AB}:** ----------

0.25 $\Delta X_{AB} = X_B - X_A = 90 - 30 \rightarrow \boxed{\Delta X_{AB} = 60}$

0.25 $\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = 60 - 30 \rightarrow \boxed{\Delta Y_{AB} = 30}$

0.25 $$\tan g = \frac{|\Delta X_{AB}|}{|\Delta Y_{AB}|} = \frac{|60|}{|30|} = 2$$

0.25 $\rightarrow g = 70.48gr$

0.25 $\left.\begin{matrix}\Delta X_{AB} > 0 \\ \Delta Y_{AB} > 0\end{matrix}\right\} \Rightarrow G_{AB} = g$

0.25 $\rightarrow \boxed{G_{AB} = 70.48gr}$

0.50 ---------- **– حساب المسافة L_{AB}:** ----------

0.25 $L_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^{\ 2} + \Delta Y_{AB}^{\ 2}}$

0.25 $L_{AB} = \sqrt{60^2 + 30^2} \rightarrow \boxed{L_{AB} = 67.08m}$

01 ---------- **2) حساب الإحداثيات القائمة للنقطة C:** ----------

0.25 $X_C = X_A + L_{AC} \times \sin G_{AC} = 30 + 56.57 \times \sin 150$

0.25 $\rightarrow \boxed{X_C = 70m}$

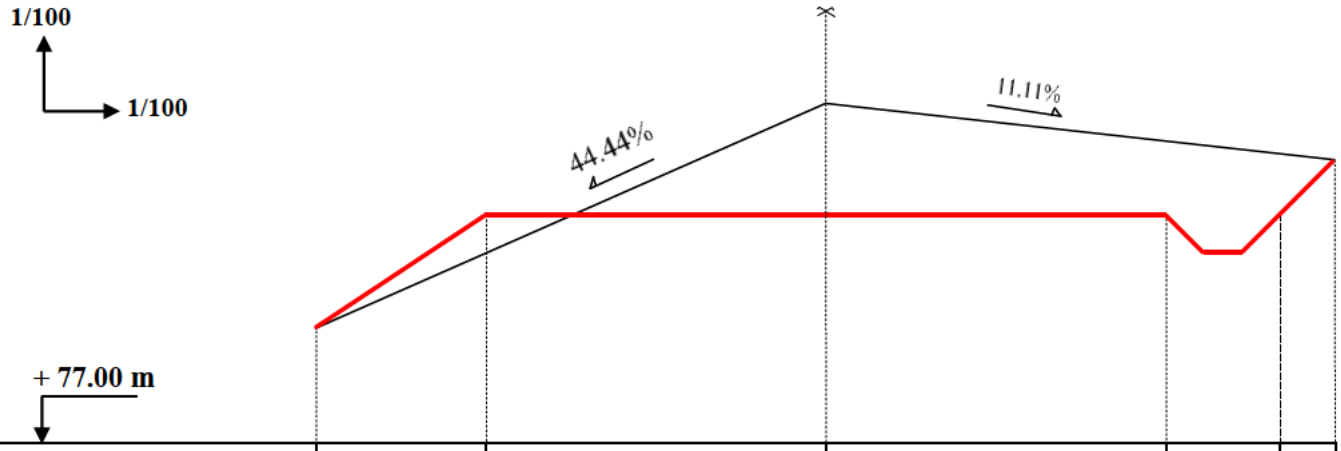
0.25 $Y_C = Y_A + L_{AC} \times \cos G_{AC} = 30 + 56.57 \times \cos 150$

0.25 $\rightarrow \boxed{Y_C = -10m}$

الإحداثيات القائمة للنقطة C: C(70 ; -10)

03

		النشاط الثاني: الطرق (05 نقاط)
0.75	0.25× 3	– مناسيب الأرض الطبيعية ----------
01	0.25× 4	– مناسيب خط المشروع ----------
0.50	0.25× 2	– الميول ----------
0.25	0.25	– المسافة الجزئية ----------
01.25	0.25× 5	– المسافات المتراكمة ----------
0.50	0.50	– رسم خط الأرض ----------
0.50	0.50	– رسم خط المشروع ----------
0.25	0.25	– إدراج سلم الرسم (و/ أو استعمال الألوان المعتمدة للحفر والردم) ----------
05		
20		



مناسيب خط الأرض الطبيعية	78.50	79.50	81.50	81.00	80.83	80.75
مناسيب خط المشروع	78.50	80.00	80.00	80.00	80.00	80.75
المسافات الجزئية	2.25		4.50	4.50	1.50	0.75
المسافات المتراكمة	6.75	4.50	0.00	4.50	6.00	6.75