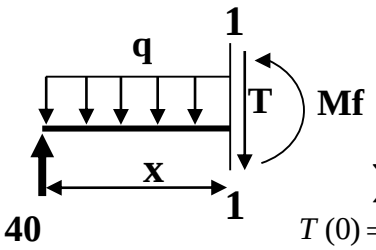
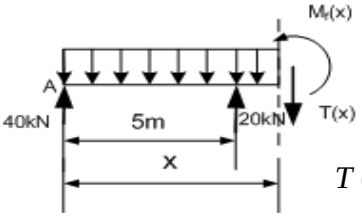
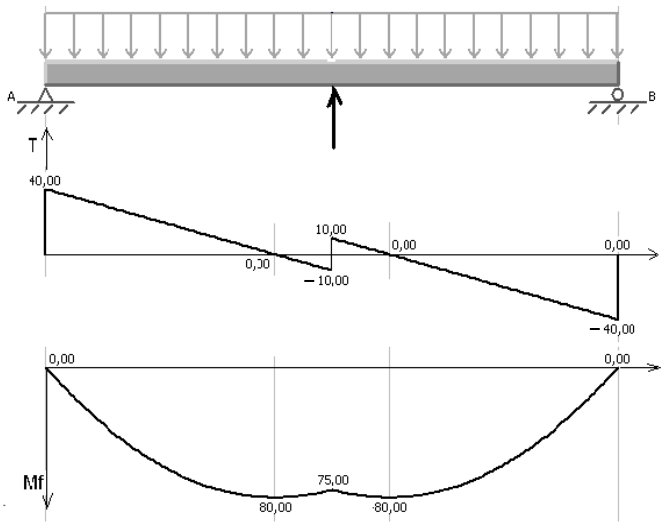
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
		المسألة الأولى: (**05.00**)
		1-حساب ردود الأفعال:
	0.25	$\sum F_X = 0 \Rightarrow H_A = 0KN.$
		$\sum F_Y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - 10.10 + 20 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 80KN.....(1)$
0.75	**0.25**	$\sum M_A = 0 \Rightarrow -10V_B - 20.5 + 10.10.5 = 0 \Rightarrow V_B = 40KN$
	0.25	$\sum M_B = 0 \Rightarrow 10V_A + 20.5 - 10.10.5 = 0 \Rightarrow V_A = 40KN$
		$V_A + V_B = 40 + 40 = 80KN.....(1)$
		العلاقة محققة
		ملاحظة
		بالاعتماد على طريقة التناظر :
		$\mathbf{VA = VB = \frac{\sum F_Y}{2} = 80/2 = 40kN}$
		2-كتابة معادلات T و M
		
		المقطع1-1 $0 \le x \le 5.$
	0.50	$\sum F_Y = 0 \Rightarrow -T - 10x + 40 = 0 \Rightarrow T(x) = -10x + 40$
		$T(0) = +40KN \quad T(5) = -10KN \quad T(x) = 0 \Rightarrow x = 4m$
		$\sum M /_0 = 0 \Rightarrow -M_f(x) - 10\frac{x^2}{2} + 40x = 0$
1.00		$M_f(x) = -5x^2 + 40x$
	0. 50	$M_f(0) = 0 \quad M_f(4) = 80KN.m \quad M_f(5) = 75KN.m$
		
		المقطع2-2: $5 \le x \le 10.$
	0.50	$\sum F_Y = 0 \Rightarrow -T - 10x + 40 + 20 = 0 \Rightarrow T(x) = -10x + 60$
		$T(5) = +10KN \quad T(10) = -40KN \quad T(x) = 0 \Rightarrow x = 6m$
1.00		$\sum M /_0 = 0 \Rightarrow -M_f(x) - 10\frac{x^2}{2} + 40x + 20(x-5) = 0$
	0.50	$M_f(x) = -5x^2 + 60x - 100$
		$M_f(5) = 75kN.m \quad M_f(6) = 80kN.m \quad M_f(10) = 0$

3-رسم مخططات T و M_f



المجال الأول:

$M_f(0)=0$

$M_f(5)=75KN.m$

$M_f(4)=80KN.m$

المجال الثاني:

$M_f(5)=75kN.m$

$M_f(10)=0$

$M_f(6)=80kN.m$

4-عزم الانحناء الأعظمي Mf

$M_f max=80KN.m$

5-تحديد المجنب المناسب

$$\sigma=\frac{Mf\ \max}{Wx}\le\overline{\sigma}\Rightarrow Wx\ge\frac{Mf\ \max}{\overline{\sigma}}=\frac{80.100.100}{160.10}=500cm^3$$

نختار من الجدول $Wx=557cm^3$ الذي يوافق المجنب IPE300

ملاحظة

يمكن للتلميذ اقتراح الحل المختصر (طريقة التناظر) .

المسألة الثانية: (07.00)

1-التحقق من أن النظام محدد سكونيا : $n=6$ $\quad b=9$ $\quad 2.n-3=2.6-3=9$

و منه النظام محدد سكونيا

2-حساب ردود الأفعال:

$\sum F_X=0\Rightarrow H_B=10KN.$

$\sum F_Y=0\Rightarrow V_A+V_B=50KN.....(1)$

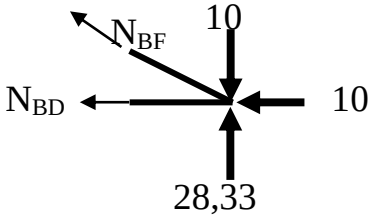
$\sum M_A=0\Rightarrow -6V_B+6.10+4.10+2.20+10.3=0\Rightarrow V_B=28,33KN$

$\sum M_B=0\Rightarrow 6V_A-6.10-2.10-4.20+3.10=0\Rightarrow V_A=21,67KN$

العلاقة (1) $V_A+V_B=28,33+21,67=50KN$ محققة.

3-تحديد الجهود الداخلية:

العقدة:B



$\tan(\alpha)=\frac{2}{4}=0,5\Rightarrow\alpha=26,56°.$

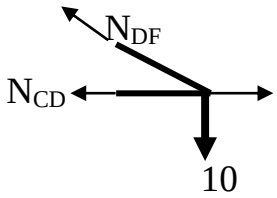
$\sin(\alpha)=0,4472;\cos(\alpha)=0,8944$

$\sum F_Y=0\Rightarrow N_{BF}\sin\alpha-10+28,33=0\Rightarrow N_{BF}=-41KN\ (C)$

$\sum F_X=0\Rightarrow -N_{BF}\cos\alpha-10-N_{BD}=0\Rightarrow N_{BD}=26,66KN\ (T)$

1.50	0.75	
	0.75	
0.25	0.25	
0.50	0.25	
	0.25	
5/5		
0.50	0.50	
0.75	0.25	
	0.25	
	0.25	
	0.50	
	0.50	

العقدة: D

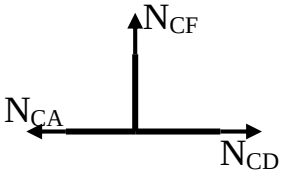


$\tan(\beta)=\frac{2}{2}=1\Rightarrow\beta=45°.\Rightarrow\sin(\beta)=\cos(\beta)=0,707$

0.50 $\sum F_Y=0\Rightarrow 0,707N_{DF}-10=0\Rightarrow N_{DF}=14,14KN\ (T)$

0.50 $\sum F_X=0\Rightarrow N_{DB}-N_{DC}-N_{DF}.\sin(\beta)=0\Rightarrow N_{DC}=16,66KN\ (T)$

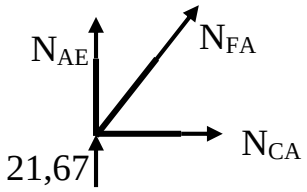
العقدة: C



0.50 $\sum F_Y=0\Rightarrow N_{CF}=0$

5.00 **0.50** $\sum F_X=0\Rightarrow N_{CA}-N_{CD}=0\Rightarrow N_{CA}=16.66KN\ (T)$

العقدة: A



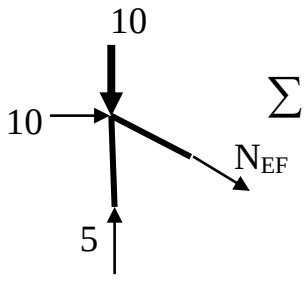
$\tan(\beta)=\frac{2}{2}=1\Rightarrow\beta=45°.\Rightarrow\sin(\beta)=\cos(\beta)=0,707$

0.50 $\sum F_X=0\Rightarrow N_{AC}+N_{AF}.\sin(\beta)=0\Rightarrow N_{AF}=-23,58KN\ (C)$

0.50 $\sum F_Y=0\Rightarrow 0,707N_{AF}+N_{AE}+21,67=0$

$\Rightarrow 0,707N_{AF}+N_{AE}=-21,67KN\Rightarrow N_{AE}=-5KN\ (C)$

العقدة: E



0.50 $\sum F_X=0\Rightarrow 10+N_{EF}.\cos(\alpha)=0\Rightarrow N_{EF}=-11,18KN\ (C)$

القضيب	قيمة الجهد(KN)	الطبيعة
AE	5	انضغاط
AF	23 ,58	انضغاط
AC	16,67	شد
FE	11,19	انضغاط
CF	0	تركيب
DC	16,67	شد
FD	14,14	شد
FB	41,00	انضغاط
DB	26,67	شد

0.50

4-حساب الجهد الأعظمي N:

0.75 **0.50** $\frac{N}{S}\le\overline{\sigma}\Rightarrow N\le\overline{\sigma}.S\Rightarrow N\le 1600.2,8=4544daN\Rightarrow N\max=45,44KN$

0.25 -استنتاج: من خلال الجدول نلاحظ أن أكبر قيمة هي : $N=41kN$

و الجهد المسموح به هو : $N_{\max}=45.44kN$

7/7

		ومنه مقاومة القضبان محققة.
		المسألة الثالثة: (**03.00**)
		1 - تصنيف الأعمدة و الروافد حسب الوضعية:
		– تصنيف الأعمدة:
	0.125x4	* أعمدة زاوية : A-1 , A-3 , C-1 , C-3 .
	0.125x4	* أعمدة الواجهة :A-2 , B-1 , B-3 , C-2 .
2.00	**0.25**	* أعمدة داخلية :B-2.
		– تصنيف الروافد:
	0.125x3	* روافد رئيسية : A , B , C
	0.125x3	* روافد ثانوية : 1 , 2 , 3
		2- دور الروافد و الأعمدة:
		- الأعمدة :
	0.50	○ استقبال الحمولات ونقلها الى الأساسات
		○ أو عنصر حامل يشكل الهيكل المقاوم لجميع التأثيرات مع الروافد
1.00		- الروافد :
	0.50	○ استقبال الحمولات ونقلها الى الأعمدة
		○ أو عنصر حامل يشكل الهيكل المقاوم لجميع التأثيرات مع الأعمدة
		ملاحظة : تقبل جميع الإجابات المقترحة في نفس الإتجاه.
3/3		

المسألة الرابعة: (**05.00**)

1–حساب مساحة المضلع ABC

1.50 **1.00**

$$S = \frac{1}{2}\sum X_n(y_{n-1} - y_{n+1}) = \frac{1}{2}\left[X_A(Y_C - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_A)\right]$$

0.50

$$S = 9600,05m^2$$

2 –حساب السموت

0.50

1.25

الاتجاه	Δx	Δy	الربع	Tan (g)	g(gr)	السمت الاحداثي G(gr)
AB	162,30	-75,40	II	2,15	72,31	G_{AB}=200-g =127,69
AC	-12,70	-112,40	III	0,11	7,16	G_{AC}=200+g=207,16

0.50

قيمة الزاوية α

0.25

$$\alpha = G_{AC} - G_{AB} = 207,16 - 127,69 = 79,47gr$$

3–أ–حساب طول القطعةAD

0.25

$$L_{AC} = \sqrt{\Delta X^2{}_{AC} + \Delta Y^{\ 2}{}_{AC}} = 113,11m$$

0.75

$$S = \frac{1}{2}L_{AD}.L_{AC}.\sin\alpha = 5575.50m^2$$

$$L_{AD} = \frac{2.S}{L_{AC}.\sin\alpha} = 103,94m$$

0.50

3–ب–حساب إحداثيات النقطة D

1.50 **0.50**

$$G_{AD} = G_{AB} = 127,69gr$$

0.50

$$\Delta X_{AD} = L_{AD}.\sin(G_{AD}) = 103,94.\sin(127,69) = 94,26m \Rightarrow X_D = X_A + 94.26 = 206,96m$$

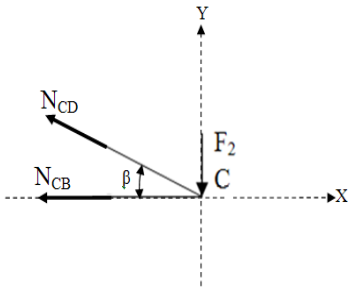
5/5 **0.50**

$$\Delta Y_{AD} = L_{AD}.\cos(G_{AD}) = 103.94.\cos(127,69) = -43,79m \Rightarrow Y_D = Y_A - 43.79 = 168,61m$$

$$D(206,96m;168,61m)$$

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		المسألة الاولى: (07 نقاط)
0.50	0.50	1- تحديد طبيعة الهيكل المثلثي: بتطبيق المعادلة 2n-3 = b لدينا : n= 4 عدد العقد و b = 5 عدد القضبان ومنه **b = 5 = 2x 4 -3 = 2n -3** **ومنه النظام المثلثي محدد سكونيا**
		2- حساب ردود الافعال عند المسندين بتطبيق معادلات التوازن
	0.50	$\sum F_X = 0 \Rightarrow H_A = 0KN$
		$\sum F_Y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = F_1 + F_2$
1.50	0.50	$\Rightarrow V_A + V_B = 160 \dots\dots (1)$
		$\sum M_{F/A} = 0 \Rightarrow -V_B \times 6 + F_1 \times 3 + F_2 \times 9 = 0$
		$\Rightarrow V_B = \frac{100\times3+60\times9}{6} = 140KN$
	0.50	$V_A = 20KN$ بالتعويض في (1) نجد
		3- حساب قيم الجهود الداخلية في قضبان الهيكل المثلثي بطريقة عزل العقد :
		دراسة العقدة A : حساب الزاوية α :
	0.50	$tan\alpha = \frac{3}{3} = 1 \Rightarrow \alpha = 45°$
		$\sum F_Y = 0 \Rightarrow N_{AD} sin\alpha + V_A = 0$
	0.50	$\Rightarrow N_{AD} = -\frac{V_A}{sin\alpha} = \frac{-20}{0.707} = -28.28\ KN$ (انضغاط)
		$\sum F_X = 0 \Rightarrow N_{AB} + N_{AD}cos\alpha + H_A = 0$
	0.50	$\Rightarrow N_{AB} = 28.28 \times 0.707 = 20KN$ (شد)
		دراسة العقدة B :
		$\sum F_Y = 0 \Rightarrow N_{BD}\ sin\alpha + V_B = 0$
	0.50	$\Rightarrow N_{BD} = \frac{-V_B}{sin\alpha} = \frac{-140}{0.707} = -198KN$ (انضغاط)
3.50		$\sum F_X = 0 \Rightarrow N_{BC} - N_{BA} - N_{BD}cos\alpha = 0$
		$\Rightarrow N_{BC} = N_{BA} + N_{BD}cos\alpha$
	0.50	$\Rightarrow N_{BC} = 20 + (-198 \times 0.707) = -120KN$ (انضغاط)

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		دراسة العقدة C : حساب الزاوية β
	0.50	$tan\beta = \frac{3}{6} = 0.5$
		$\Rightarrow \beta = 26.565°$
		$\sum F_X = 0 \Rightarrow -N_{CB} - N_{CD}\cos\beta = 0$
	0.50	$\Rightarrow N_{CD} = \frac{-N_{CB}}{\cos\beta} = \frac{120}{0.894} = 134.16$ KN (شد)



4- تدوين النتائج في جدول :

القضيب	الجهد (KN)	طبيعته
1(AD)	28.28	انضغاط
2(DC)	134.16	شد
3(BC)	120.00	انضغاط
4(AB)	20.00	شد
5(BD)	197.99	انضغاط

0.50 **0.50**

5- استخراج المجنب الزاوي المناسب :

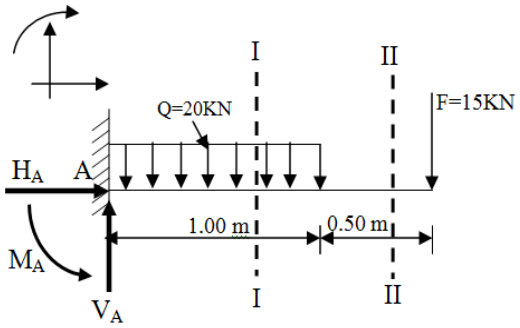
بتطبيق شرط المقاومة :

0.50 $\sigma_{max} = \frac{N_5}{2S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_5}{2\bar{\sigma}} = \frac{198\times10^2}{2\times1400} \Rightarrow S \geq 7.07cm^2$

1.00 **0.50** من الجدول نأخذ المجنب الزاوي : L(50x50x8) الذي مساحته $S=7.41cm^2$

7/7

المسألة الثانية : (05 نقاط)



1- حساب ردود الافعال في المسند A:

0.25 $\sum F_X = 0 \Rightarrow H_A = 0$

$\sum F_Y = 0 \Rightarrow V_A - Q \times 1 - F = 0$

$\Rightarrow V_A = Q \times 1 + F = 20 \times 1 + 15$

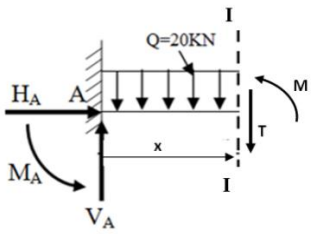
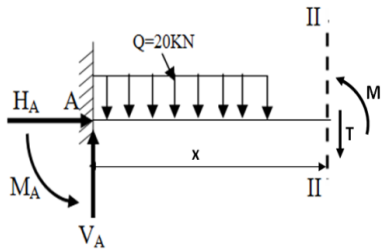
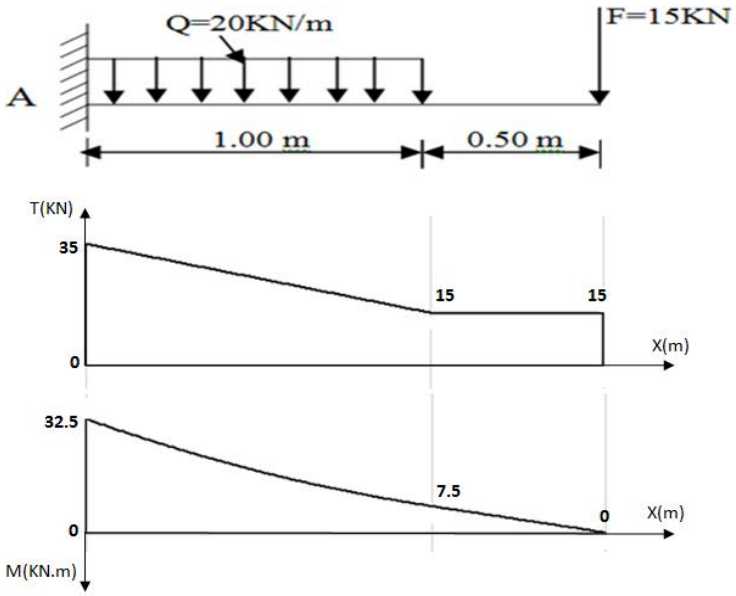
$\Rightarrow V_A = 35\ KN$

0.75

0.25 $\sum M_{F/A} = 0 \Rightarrow -M_A + Q\frac{1^2}{2} + F \times 1.50 = 0$

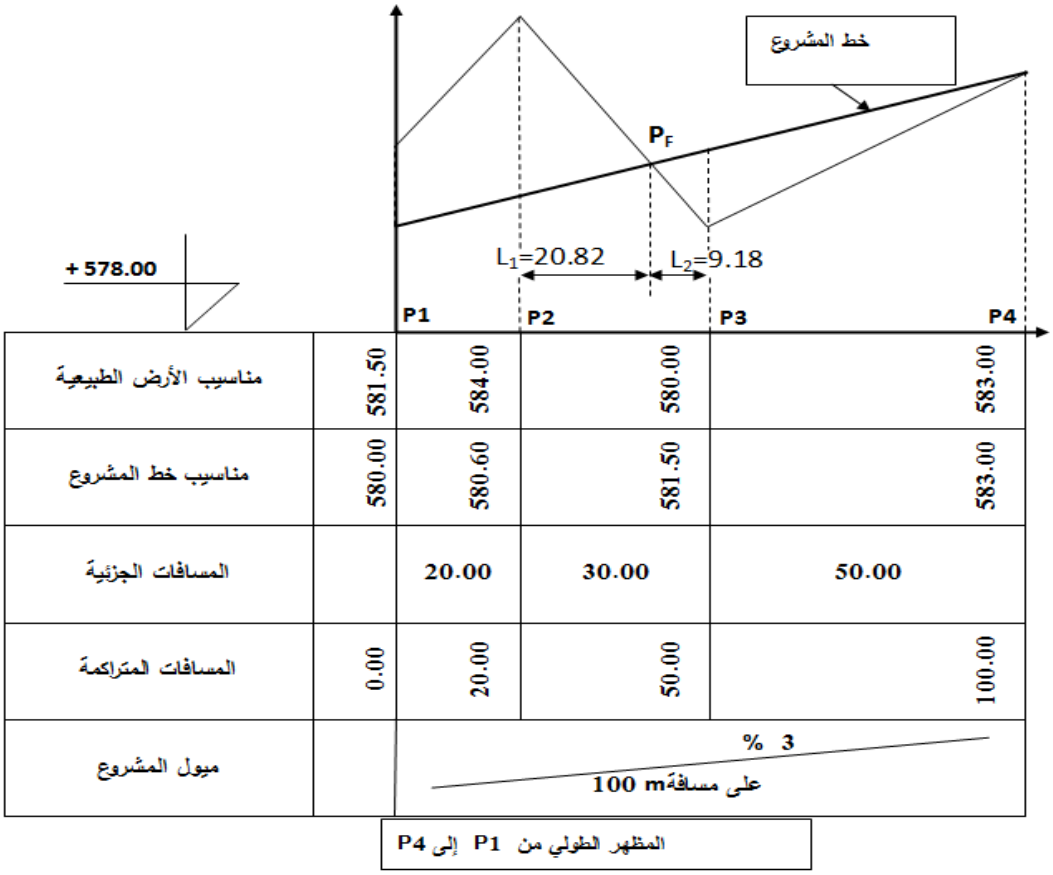
$\Rightarrow M_A = Q\frac{1^2}{2} + F \times 1.50 = 10 + 15 \times 1.50$

0.25 $\Rightarrow M_A = 32.50KN.m$

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		2- دراسة معادلات الجهد القاطع وعزم الانحناء :
		المقطع (I-I):
		$0 \le x \le 1.00m$
	0.5	$\sum F_Y = 0 \Rightarrow T(x) = -Q \times x + V_A$
	0.5	$\Rightarrow T(x) = -20x + 35 \begin{cases} T(0) = 35\ KN \\ T(1) = 15\ KN \end{cases}$
		$\sum M_{(I-I)} = 0 \Rightarrow M(x) = -Q\frac{x^2}{2} + 35x - M_A$
		$\Rightarrow M(x) = -10x^2 + 35x - 32.5 \begin{cases} M(0) = -32.5\ KN.m \\ M(1) = -7.5\ KN.m \end{cases}$
		
		المقطع (II-II):
2.00		$1 \le x \le 1.50m$
	0.5	$\sum F_Y = 0 \Rightarrow T(x) = -Q \times 1 + V_A$
		$\Rightarrow T(x) = -20 + 35 = 15\ KN$ (ثابت)
	0.5	$\sum M_{(II-II)} = 0 \Rightarrow M(x) = -Q(x - 0.5) + V_A x - M_A$
		$\Rightarrow M(x) = -20x + 10 + 35x - 32.5$
	0.5	$\Rightarrow M(x) = 15x - 22.5 \begin{cases} M(1) = -7.5\ KN.m \\ M(1.50) = 0\ KN.m \end{cases}$
		
		3- تمثيل منحنيي الجهد القاطع وعزم الانحناء:
		
	0.5	
1.00		
	0.50	
0.50	**0.50**	4- القيم القصوى للجهد القاطع وعزم الانحناء: $\mathbf{M_f\ max = 32.5kN.m; T max = 35kN}$

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		5- التحقق من مقاومة مقطع الرافدة :
	0.50	يجب تحقيق شرط المقاومة: $\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$
0.75	0.25	$\sigma_{max} = \frac{max}{W_x} = \frac{32.5\times10^4}{194.3} = 1672.67\ daN/cm^2 > \bar{\sigma} = 1440\ daN/cm^2$
		اذن مقطع الرافدة لا يقاوم .
5/5		
		المسألة الثالثة: (04 نقاط)
		1- حساب مساحة قطعة الارض ABCD بطريقة الاحداثيات القائمة:
	0.50	$S_{ABCD} = \frac{1}{2}\sum[X_n(Y_{n-1} - Y_{n+1})]$
1.00		$\Rightarrow S_{ABCD} = \frac{1}{2}[X_A(Y_D - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_A)]$
	0.50	$\Rightarrow S_{ABCD} = \frac{1}{2}[100(72-140) + 120(100-145) + 179(140-72) + 161(145-100)]$
		$\Rightarrow S_{ABCD} = 3608.50\ m^2$
		2- حساب السمت الاحداثي G_{AB}:
		حساب فروق الفواصل وفروق التراتيب
	0.25	$\Delta x_{AB} = X_B - X_A = 120 - 100 = 20m > 0$
1.50	0.25	$\Delta y_{AB} = Y_B - Y_A = 140 - 100 = 40m > 0$
	0.25	الاتجاه AB يقع في الربع الاول ومنه $G_{AB} = g$
	0.50	حساب g بالعلاقة $\text{Tan}\, g = \left\|\frac{\Delta x_{AB}}{\Delta y_{AB}}\right\| = \left\|\frac{20}{40}\right\| = 0.5 \Rightarrow g = 29.517gr$
	0.25	$\Rightarrow G_{AB} = 29.517gr$
0.50	0.50	3- حساب المسافة الافقية L_{AB}: $L_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}{}^2 + \Delta y_{AB}{}^2} = \sqrt{20^2 + 40^2} = 44.72m$
		4- حساب المسافة الافقية L_{AE} :
		- حساب احداثيات النقطة E :
1.00	0.25	$\mathbf{x_E = \frac{x_C + x_D}{2} = \frac{179 + 161}{2} = 170.00m}$
	0.25	$\mathbf{y_E = \frac{y_C + y_D}{2} = \frac{145 + 72}{2} = 108.50m}$
4/4	0.50	$\mathbf{L_{AE} = \sqrt{(x_E - x_A)^2 + (y_E - y_A)^2} = \sqrt{70^2 + 8.5^2} = 70.51m}$

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		المسألة الخامسة: (04 نقاط)
	0.25x2	1- إتمام ملأ جدول بيانات المظهر الطولي:



مناسيب الأرض الطبيعية	581.50	584.00	580.00	583.00
مناسيب خط المشروع	580.00	580.60	581.50	583.00
المسافات الجزئية		20.00	30.00	50.00
المسافات المتراكمة	0.00	20.00	50.00	100.00
ميول المشروع		% 3 على مسافة 100 m		

المظهر الطولي من P1 إلى P4

3.25	0.5x3	
	0.25	
	0.25x3	
	0.25	
	0.25x3	2- حساب المسافات الأفقية التي تحدد وضعية المظهر الوهمي P_f

$$L_1 = \frac{L \times \Delta H_{p2}}{\Delta Hp1 + \Delta Hp2} = \frac{30 \times (584 - 580.60)}{(584 - 580.60) + (581.50 - 580)} = \frac{102}{4.9} = 20.82m$$

$$L_2 = 30 - 20.82 = 9.18m$$

0.75		
4/4		
20		
20		