

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
		المسألة الأولى: (05.00)
		1- حساب ردود الأفعال:
0.75	0.25	$\sum F_x = 0 \Rightarrow H_A = 0 \text{ KN.}$
	0.25	$\sum F_y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - (10 \cdot 10) + 20 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 80 \text{ KN} \dots (1)$
	0.25	$\sum M_A = 0 \Rightarrow -10V_B - 20 \cdot 5 + 10 \cdot 10 \cdot 5 = 0 \Rightarrow V_B = 40 \text{ KN}$ $\sum M_B = 0 \Rightarrow 10V_A + 20 \cdot 5 - 10 \cdot 10 \cdot 5 = 0 \Rightarrow V_A = 40 \text{ KN}$ $V_A + V_B = 40 + 40 = 80 \text{ KN} \dots (1)$
		العلاقة عكسة
		ملاحظة
		بالاعتماد على طريقة الساطر:
		$V_A = V_B = \frac{\sum F_y}{2} = \frac{80}{2} = 40 \text{ kN}$
		2- كتابة معادلات T و M
1.00	0.50	للقطع 1-1: $0 \leq x \leq 5$ $\sum F_y = 0 \Rightarrow -T - 10x + 40 = 0 \Rightarrow T(x) = -10x + 40$ $T(0) = +40 \text{ KN} \quad T(5) = -10 \text{ KN} \quad T(x) = 0 \Rightarrow x = 4 \text{ m}$
	0.50	$\sum M_o = 0 \Rightarrow -M_f(x) - 10 \frac{x^2}{2} + 40x = 0$ $M_f(x) = -5x^2 + 40x$ $M_f(0) = 0 \quad M_f(4) = 80 \text{ KN.m} \quad M_f(5) = 75 \text{ KN.m}$
1.00	0.50	للقطع 2-2: $5 \leq x \leq 10$ $\sum F_y = 0 \Rightarrow -T - 10x + 40 + 20 = 0 \Rightarrow T(x) = -10x + 60$ $T(5) = +10 \text{ KN} \quad T(10) = -40 \text{ KN} \quad T(x) = 0 \Rightarrow x = 6 \text{ m}$
	0.50	$\sum M_o = 0 \Rightarrow -M_f(x) - 10 \frac{x^2}{2} + 40x + 20(x - 5) = 0$ $M_f(x) = -5x^2 + 60x - 100$ $M_f(5) = 75 \text{ kN.m} \quad M_f(6) = 80 \text{ kN.m} \quad M_f(10) = 0$

3- رسم مخططات M_f و T

أفعال الأول:

$$M_f(0) = 0$$

$$M_f(5) = 75 \text{ kN.m}$$

$$M_f(4) = 80 \text{ kN.m}$$

أفعال الثاني:

$$M_f(5) = 75 \text{ kN.m}$$

$$M_f(10) = 0$$

$$M_f(6) = 80 \text{ kN.m}$$

4- عزم الانحناء الأعظمي M_f

$$M_{f \max} = 80 \text{ kN.m}$$

5- تحديد العنبر المناسب

$$\sigma = \frac{M_{f \max}}{W_x} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow W_x \geq \frac{M_{f \max}}{\bar{\sigma}} = \frac{80 \cdot 100 \cdot 100}{160 \cdot 10} = 500 \text{ cm}^3$$

نختار من الجدول الذي $W_x = 557 \text{ cm}^3$ الذي يوافق العنبر IPE300

ملاحظة

يمكن للتلميذ اقتراح الحل المختصر (طريقة التناظر).

المسألة الثانية: (07.00)

$$2n - 3 = 2 \cdot 6 - 3 = 9 \quad b = 9 \quad n = 6$$

1- التحقق من أن النظام محدد سكونيا

و منه النظام محدد سكونيا

2- حساب ردود الأفعال:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow H_s = 10 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 50 \text{ kN} \dots \dots \dots (1)$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow -6V_B + 6 \cdot 10 + 4 \cdot 10 + 2 \cdot 20 + 10 \cdot 3 = 0 \Rightarrow V_B = 28,33 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow 6V_A - 6 \cdot 10 - 2 \cdot 10 - 4 \cdot 20 + 3 \cdot 10 = 0 \Rightarrow V_A = 21,67 \text{ kN}$$

$$V_A + V_B = 28,33 + 21,67 = 50 \text{ kN} \text{ معادلة (1) محققة.}$$

3- تحديد الجهود الداخلية:

العنبر B:



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

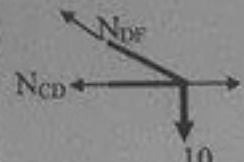
$$\sin(\alpha) = 0,4472; \cos(\alpha) = 0,8944$$

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

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

D: العقدة

0.50
0.50



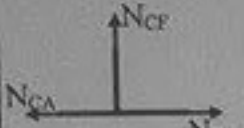
$$\tan(\beta) = \frac{2}{2} = 1 \Rightarrow \beta = 45^\circ \Rightarrow \sin(\beta) = \cos(\beta) = 0,707$$

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

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{CD} - N_{DC} - N_{DF} \cdot \sin(\beta) = 0 \Rightarrow N_{DC} = 16,66 \text{ KN (T)}$$

C: العقدة

5.00
0.50
0.50

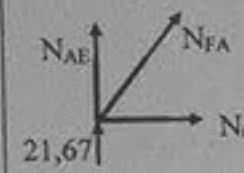


$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{CF} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{CA} + N_{CD} = 0 \Rightarrow N_{CA} = 16,66 \text{ KN (T)}$$

A: العقدة

0.50
0.50



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

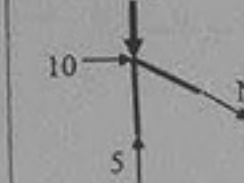
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{AC} + N_{AF} \cdot \sin(\beta) = 0 \Rightarrow N_{AF} = -23,58 \text{ KN (C)}$$

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

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

E: العقدة

0.50



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow 10 + N_{EF} \cdot \cos(\alpha) = 0 \Rightarrow N_{EF} = -11,18 \text{ KN (C)}$$

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

4- حساب الجهد الأعظمي: N

0.75
0.50
0.25

$$\frac{N}{S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow N \leq \bar{\sigma} S \Rightarrow N \leq 1600 \cdot 2,8 = 4544 \text{ kN} \Rightarrow N_{\max} = 45,44 \text{ KN}$$

استنتاج: من خلال الجدول نلاحظ أن أكبر قيمة هي: $N = 41 \text{ kN}$
و الجهد المسموح به هو: $N_{\max} = 45,44 \text{ kN}$

7/7

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

المسألة الرابعة: (05.00)

1- حساب مساحة المثلث ABC

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

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

2 - حساب السموت

نقطة	Δx	Δy	ترتيب	Tan (g)	g(gr)	سمت الإجمالي 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	$G_{AC} = 200 + g = 207,16$

قيمة الزاوية α

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

3- حساب طول القطعة AD

$$L_{AC} = \sqrt{\Delta X_{AC}^2 + \Delta Y_{AC}^2} = 113,11 m$$

$$S = \frac{1}{2} L_{AD} \cdot L_{AC} \cdot \sin \alpha = 5575,50 m^2$$

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

3- حساب إحداثيات النقطة D


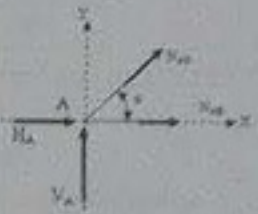
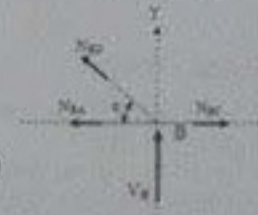
$$G_{AD} = G_{AB} = 127,69 gr$$

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

$$\Delta Y_{AD} = L_{AD} \cdot \cos(G_{AD}) = 103,94 \cdot \cos(127,69) = -43,79 m \Rightarrow Y_D = Y_A - 43,79 = 168,61 m$$

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

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)

العلامة		مجموعة	جزء	المسألة الأولى: (07 نقاط)
0.50	0.50			<p>1- تحديد طبيعة الهيكل المثلثي:</p> <p>بتطبيق المعادلة $2n-3 = b$</p> <p>لدينا: $n = 4$ عدد العقد و $b = 5$ عدد العضلات ومنه $2 \times 4 - 3 = 5 = b$</p> <p>ومنه النظام المثلثي محدد مسكونها</p> <p>2- حساب ردود الأفعال عند المسندين</p> <p>بتطبيق معادلات التوازن</p>
	0.50			 <p>$\sum F_x = 0 \Rightarrow H_A = 0 \text{ kN}$</p> <p>$\sum F_y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = F_1 + F_2$</p> <p>$\Rightarrow V_A + V_B = 160 \dots (1)$</p> <p>$\sum M_{F/A} = 0 \Rightarrow -V_B \times 6 + F_1 \times 3 + F_2 \times 9 = 0$</p> <p>$\Rightarrow V_B = \frac{100 \times 3 + 60 \times 9}{6} = 140 \text{ kN}$</p> <p>$V_A = 20 \text{ kN}$ بالتعويض في (1) نجد</p> <p>3- حساب قيم الجهود الداخلية في قضبان الهيكل المثلثي بطريقة عزل العقد:</p> <p>حساب الزاوية α:</p>
	0.50			<p>$\tan \alpha = \frac{3}{4} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$</p> <p>$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{AD} \sin \alpha + V_A = 0$</p> <p>$\Rightarrow N_{AD} = -\frac{V_A}{\sin \alpha} = \frac{-20}{0.707} = -28.28 \text{ kN}$ (الضغط)</p>
	0.50			<p>$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{AB} + N_{AD} \cos \alpha + H_A = 0$</p> <p>$\Rightarrow N_{AB} = 28.28 \times 0.707 = 20 \text{ kN}$ (شد)</p>
	0.50			<p>$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{BD} \sin \alpha + V_B = 0$</p> <p>$\Rightarrow N_{BD} = \frac{-V_B}{\sin \alpha} = \frac{-140}{0.707} = -198 \text{ kN}$ (الضغط)</p> <p>$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{BC} - N_{BA} - N_{BD} \cos \alpha = 0$</p> <p>$\Rightarrow N_{BC} = N_{BA} + N_{BD} \cos \alpha$</p> <p>$\Rightarrow N_{BC} = 20 + (-198 \times 0.707) = -120 \text{ kN}$ (الضغط)</p>
	0.50			 <p>دراسة العقد A:</p>  <p>دراسة العقد B:</p>

العلامة

عناصر الإجابة

حساب الزاوية β

دراسة العقدة C :

0.50 $\tan \beta = \frac{3}{6} = 0.5$

$\Rightarrow \beta = 26.565^\circ$

$\sum F_x = 0 \Rightarrow -N_{CB} - N_{CD} \cos \beta = 0$

0.50 $\Rightarrow N_{CD} = \frac{-N_{CB}}{\cos \beta} = \frac{120}{0.894} = 134.16 \text{ KN (شد)}$

4- تكوين النتائج في جدول :

الضرب	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

5- استخراج المخطط الزاوي المناسب :

بتطبيق شرط المقاومة :

0.50 $\sigma_{max} = \frac{N_s}{S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_s}{\bar{\sigma}} = \frac{198 \times 10^3}{2 \times 1400} \Rightarrow S \geq 7.07 \text{ cm}^2$

1.00 0.50 من الجدول نأخذ المخطط الزاوي : L(50x50x8) الذي مساحته $S=7.41 \text{ cm}^2$

7/7

المسألة الثانية : (05 نقاط)

1- حساب ردود الأفعال في الممتد A :

$\sum F_x = 0 \Rightarrow H_A = 0$

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

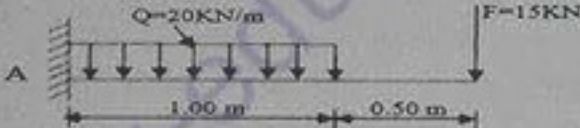
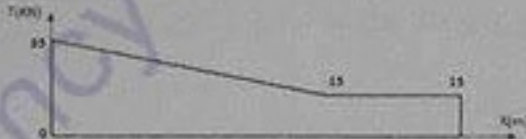
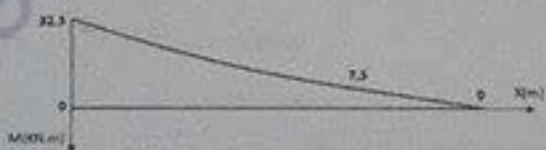
$\Rightarrow V_A = Q \times 1 + F = 20 \times 1 + 15$

$\Rightarrow V_A = 35 \text{ KN}$

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

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

$\Rightarrow M_A = 32.50 \text{ KN.m}$

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

العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مؤلة	
0.75	0.50	5- التحقق من مقاومة مقطع الزاوية : يجب تحقيق شرط المقاومة: $\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$
	0.25	$\sigma_{max} = \frac{\max}{W_y} = \frac{32.5 \times 10^4}{194.3} = 1672.67 \text{ daN/cm}^2 > \bar{\sigma} = 1440 \text{ daN/cm}^2$
		المن مقطع الزاوية لا يقوم .
5/5		
		المسألة الثالثة: (04 نقاط)
		1- حساب مساحة قطعة الأرض ABCD بطريقة الإحداثيات التالية:
1.00	0.50	$S_{ABCD} = \frac{1}{2} \sum [X_n(Y_{n-1} - Y_{n+1})]$
		$\Rightarrow S_{ABCD} = \frac{1}{2} [X_A(Y_D - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_A)]$
	0.50	$\Rightarrow S_{ABCD} = \frac{1}{2} [100(72 - 140) + 120(100 - 145) + 179(140 - 72) + 161(145 - 100)]$ $\Rightarrow S_{ABCD} = 3608.50 \text{ m}^2$
		2- حساب السميت الإحداثي G: حساب لوزن الفواصل ووزن التراكيب
1.50	0.25	$\Delta x_{AB} = X_B - X_A = 120 - 100 = 20 \text{ m} > 0$
	0.25	$\Delta y_{AB} = Y_B - Y_A = 140 - 100 = 40 \text{ m} > 0$
	0.25	الانتهاء AB يقع في الربع الأول ومنه $g = G_{AB}$
0.50	0.50	$\tan g = \frac{\Delta x_{AB}}{\Delta y_{AB}} = \frac{20}{40} = 0.5 \Rightarrow g = 29.517^\circ$
		حساب g بالعلاقة $\Rightarrow G_{AB} = 29.517^\circ$
	0.25	3- حساب المسافة الأفقية $L_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2} = \sqrt{20^2 + 40^2} = 44.72 \text{ m}$
		4- حساب المسافة الأفقية L_{AE}
		- حساب إحداثيات النقطة E :
1.00	0.25	$x_E = \frac{x_C + x_D}{2} = \frac{179 + 161}{2} = 170.00 \text{ m}$
	0.25	$y_E = \frac{y_C + y_D}{2} = \frac{145 + 72}{2} = 108.50 \text{ m}$
	0.50	$L_{AE} = \sqrt{(x_E - x_A)^2 + (y_E - y_A)^2} = \sqrt{70^2 + 8.5^2} = 70.51 \text{ m}$
4/4		