العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	

المسألة الأولى: (05.00)

1-حساب ردود الأفعال:

0.25 $\sum F_x = 0 \Rightarrow H_A = 0KN.$

0.75 0.25 $\sum F_y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - (10.10) + 20 = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 80KN$.....(1)

0.25 $\sum M_A = 0 \Rightarrow -10V_B - 20.5 + 10.10.5 = 0 \Rightarrow V_B = 40KN$

$\sum M_B = 0 \Rightarrow 10V_A + 20.5 - 10.10.5 = 0 \Rightarrow V_A = 40KN$

$V_A + V_B = 40 + 40 = 80KN$.....(1)

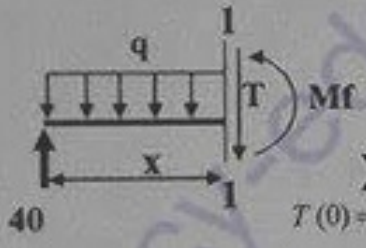
العلاقة محققة

ملاحظة

بالاعتماد على طريقة التناظر :

$$VA = VB = \frac{\sum F_V}{2} = 80/2 = 40kN$$

2-كتابة معادلات T و M



المقطع 1-1 $0 \le x \le 5.$

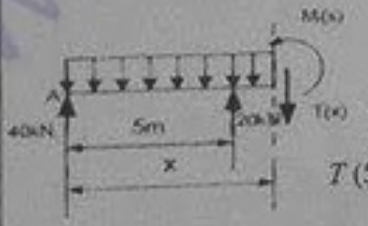
$\sum F_y = 0 \Rightarrow -T - 10x + 40 = 0 \Rightarrow T(x) = -10x + 40$

0.50 $T(0) = +40KN \quad T(5) = -10KN \quad T(x) = 0 \Rightarrow x = 4m$

$\sum M/_0 = 0 \Rightarrow -M_f(x) - 10\frac{x^2}{2} + 40x = 0$

1.00 $M_f(x) = -5x^2 + 40x$

0. 50 $M_f(0) = 0 \quad M_f(4) = 80KN.m \quad M_f(5) = 75KN.m$



المقطع 2-2: $5 \le x \le 10.$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow -T - 10x + 40 + 20 = 0 \Rightarrow T(x) = -10x + 60$

0.50 $T(5) = +10KN \quad T(10) = -40KN \quad T(x) = 0 \Rightarrow x = 6m$

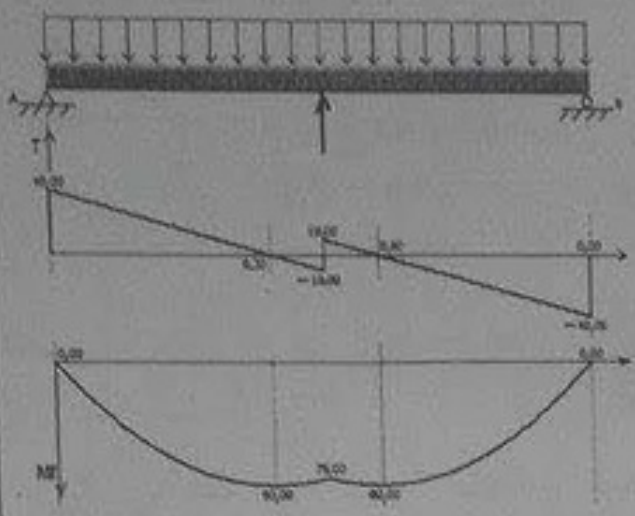
$\sum M/_0 = 0 \Rightarrow -M_f(x) - 10\frac{x^2}{2} + 40x + 20(x-5) = 0$

1.00 $M_f(x) = -5x^2 + 60x - 100$

0.50 $M_f(5) = 75kN.m \quad M_f(6) = 80kN.m \quad M_f(10) = 0$

www.ency-education.com

3-رسم مخططات M_f و T



الحال الأول:

$M_f(0)=0$

$M_f(5)=75KN.m$

$M_f(4)=80KN.m$

الحال الثاني:

$M_f(5)=75kN.m$

$M_f(10)=0$

$M_f(6)=80kN.m$

0.75 | 1.50 | 0.75 | 0.25 | 0.25

4-عزم الانحناء الأعظمي Mf

$M_f max=80KN.m$

5-تحديد العتب المناسب

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

0.25 | 0.50 | 0.25

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

ملاحظة

يمكن للتلميذ اقتراح الحل المختصر (طريقة التناظر).

5/5

المسألة الثانية: (07.00)

1-التحقق من أن النظام محدد سكونيا

$n=6$: $b=9$ $\quad 2n-3=2.6-3=9$ 0.50 | 0.50

و منه النظام محدد سكونيا

2-حساب ردود الأفعال:

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

$\sum F_y=0\Rightarrow V_A+V_B=50KN.....(1)$ 0.25

$\sum M_A=0\Rightarrow -6V_B+6.10+4.10+2.20+10.3=0\Rightarrow V_B=28,33KN$ 0.25

$\sum M_B=0\Rightarrow 6V_A-6.10-2.10-4.20+3.10=0\Rightarrow V_A=21,67KN$ 0.75

$V_A+V_B=28,33+21,67=50KN$ العلاقة (1) محققة. 0.25

3-تحديد الجهود الداخلية:

العقدة B:

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

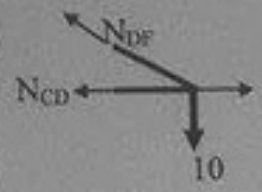
$\sin(\alpha)=0,4472;\cos(\alpha)=0,8944$

$\sum F_y=0\Rightarrow N_{BF}\sin\alpha-10+28,33=0\Rightarrow N_{BF}=-41KN\,(C)$ 0.50

$\sum F_x=0\Rightarrow -N_{BF}\cos\alpha-10-N_{BD}=0\Rightarrow N_{BD}=26,66KN\,(T)$ 0.50

www.ency-education.com

العقدة D:

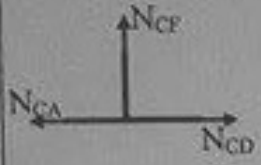


$\tan(\beta)=\frac{2}{2}=1\Rightarrow\beta=45°.\Rightarrow\sin(\beta)=\cos(\beta)=0,707$

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

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

العقدة C:

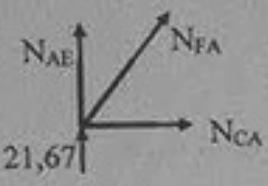


$\sum F_Y=0\Rightarrow N_{CF}=0$ — 0.50

$\sum F_X=0\Rightarrow N_{CA}+N_{CD}=0\Rightarrow N_{CA}=16.66KN\,(T)$ — 0.50

5.00

العقدة A:



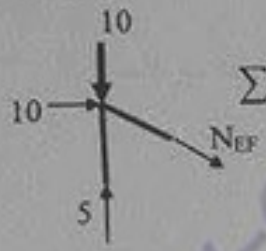
$\tan(\beta)=\frac{2}{2}=1\Rightarrow\beta=45°.\Rightarrow\sin(\beta)=\cos(\beta)=0,707$

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

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

$\Rightarrow 0,707N_{AF}+N_{AE}=-21,67KN\Rightarrow N_{AE}=-5KN\,(C)$ — 0.50

العقدة E:



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

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

0.50

4-حساب الجهد الأعظمي N:

$\frac{N}{S}\le\bar{\sigma}\Rightarrow N\le\bar{\sigma}S\Rightarrow N\le1600.2,8=4544daN\Rightarrow N\max=45,44KN$ — 0.75 — 0.50

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

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

7/7

www.ency-education.com

ومنه مقاومة القضبان محققة.

المسألة الثالثة: (03.00)

1 - تصنيف الأعمدة و الروافد حسب الوضعية:

- تصنيف الأعمدة:

• أعمدة زاوية : A-1 , A-3 , C-1 , C-3 . — 0.125x4

• أعمدة الواجهة :A-2 , B-1 , B-3 , C-2 . — 0.125x4

• أعمدة داخلية :B-2. — 0.25

2.00

- تصنيف الروافد:

• روافد رئيسية : A , B , C — 0.125x3

• روافد ثانوية : 1 , 2 , 3 — 0.125x3

2- دور الروافد و الأعمدة:

- الأعمدة :

- استقبال الحمولات ونقلها الى الأساسات
- أو عنصر حامل يشكل الهيكل المقاوم لجميع التأثيرات مع الروافد — 0.50

1.00

- الروافد :

- استقبال الحمولات ونقلها الى الأعمدة
- أو عنصر حامل يشكل الهيكل المقاوم لجميع التأثيرات مع الأعمدة — 0.50

ملاحظة : تقبل جميع الإجابات المقترحة في نفس الإتجاه.

3/3

www.ency-education.com

المسألة الرابعة: (05.00)

1- حساب مساحة المضلع ABC

1.50 | 1.00 $S=\frac{1}{2}\sum X_n(Y_{n-1}-Y_{n+1})=\frac{1}{2}[X_A(Y_C-Y_B)+X_B(Y_A-Y_C)+X_C(Y_B-Y_A)]$

0.50 $S=9600,05m^2$

2 - حساب السموت

0.50

الاتجاه	Δx	Δy	ربع	Tan (g)	g(gr)	G(gr) قيمة الاتجاه
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	$G_{AC}=200+g=207,16$

1.25

0.50

0.25 قيمة الزاوية α

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

3-أ- حساب طول القطعة AD

0.25 $L_{AC}=\sqrt{\Delta X^2_{AC}+\Delta Y^2_{AC}}=113,11m$

0.75 $S=\frac{1}{2}L_{AD}.L_{AC}.\sin\alpha=5575.50m^2$

0.50 $L_{AD}=\frac{2S}{L_{AC}.\sin\alpha}=103,94m$

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 $\Delta Y_{AD}=L_{AD}.\cos(G_{AD})=103,94.\cos(127,69)=-43,79m \Rightarrow Y_D=Y_A-43.79=168,61m$

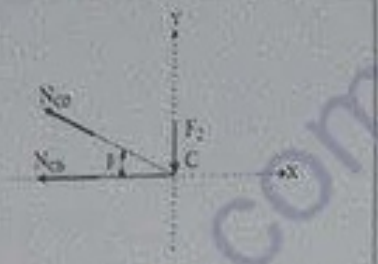
$D(206,96m;168,61m)$

www.ency-education.com

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
0.50	0.50	**التمرين الأول: (07 نقاط)** 1- تحديد طبيعة الهيكل المثلثي: بتطبيق المعادلة $2n-3=b$ لدينا: $n=4$ عدد العقد و $b=5$ عدد القضبان ومنه $2n-3=2\times4-3=5=b$ ومنه النظام المثلثي محدد سكونيا 2- حساب ردود الأفعال عند المسندين بتطبيق معادلات التوازن
	0.50	$\sum F_X=0\Rightarrow H_A=0KN$
1.50	0.50	$\sum F_Y=0\Rightarrow V_A+V_B-F_1-F_2=0\Rightarrow V_A+V_B=F_1+F_2$ $\Rightarrow V_A+V_B=160\ldots\ldots(1)$
	0.50	$\sum M_{F/A}=0\Rightarrow -V_B\times6+F_1\times3+F_2\times9=0$ $\Rightarrow V_B=\frac{100\times3+60\times9}{6}=140KN$
	0.50	$V_A=20KN$ بالتعويض في (1) نجد 3- حساب قيم الجهود الداخلية في قضبان الهيكل المثلثي بطريقة عزل العقد: حساب الزاوية α:
	0.50	$tan\alpha=\frac{3}{3}=1\Rightarrow\alpha=45°$
	0.50	$\sum F_Y=0\Rightarrow N_{AD}sin\alpha+V_A=0$ $\Rightarrow N_{AD}=-\frac{V_A}{sin\alpha}=\frac{-20}{0.707}=-28.28\ KN$ (مضغوط)
	0.50	$\sum F_X=0\Rightarrow N_{AB}+N_{AD}cos\alpha+H_A=0$ $\Rightarrow N_{AB}=28.28\times0.707=20KN$ (شد)
3.50	0.50	$\sum F_Y=0\Rightarrow N_{BD}sin\alpha+V_B=0$ $\Rightarrow N_{BD}=\frac{-V_B}{sin\alpha}=\frac{-140}{0.707}=-198KN$ (مضغوط)
	0.50	$\sum F_X=0\Rightarrow N_{BC}-N_{BA}-N_{BD}cos\alpha=0$ $\Rightarrow N_{BC}=N_{BA}+N_{BD}cos\alpha$ $\Rightarrow N_{BC}=20+(-198\times0.707)=-120KN$ (مضغوط)

www.ency-education.com

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 :

المقطوب	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

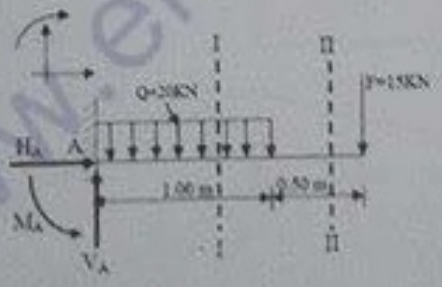
0.50	0.50	

5- استخراج المجنب الزاوي المناسب :

بتطبيق شرط المقاومة :

	0.50	$\sigma_{max} = \frac{N_2}{2S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_2}{2\bar{\sigma}} = \frac{134\times10^2}{2\times1400} \Rightarrow S \geq 7.07cm^2$
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 الأفعال في المسند A:

	0.25	$\sum F_X = 0 \Rightarrow H_A = 0$ $\sum F_Y = 0 \Rightarrow V_A - Q\times1 - F = 0$ $\Rightarrow V_A = Q\times1 + F = 20\times1 + 15$ $\Rightarrow V_A = 35\ KN$
0.75		$\sum M_{F/A} = 0 \Rightarrow -M_A + Q\frac{1^2}{2} + F\times1.50 = 0$
	0.25	$\Rightarrow M_A = Q\frac{1^2}{2} + F\times1.50 = 10 + 15\times1.50$ $\Rightarrow M_A = 32.50KN.m$
	0.25	

www.ency-education.com

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

www.ency-education.com

العلامة		عناصر الإجابة
مجزأة	مجموع	
		5- التحقق من مقاومة مقطع الراقدة :
0.50		يجب تحقيق شرط المقاومة: $\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$
0.25	0.75	$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{32.5 \times 10^4}{194.3} = 1672.67\ daN/cm^2 > \bar{\sigma} = 1440\ daN/cm^2$
		الإن مقطع الراقدة لا يقاوم .
	5/5	

المسألة الثالثة: (04 نقاط)

1- حساب مساحة قطعة الأرض ABCD بطريقة الاحداثيات القائمة:

0.50	1.00	$S_{ABCD} = \frac{1}{2}\sum[X_n(Y_{n-1} - Y_{n+1})]$
		$\Rightarrow S_{ABCD} = \frac{1}{2}[X_A(Y_D - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_A)]$
0.50		$\Rightarrow S_{ABCD} = \frac{1}{2}[100(72 - 140) + 120(100 - 145) + 179(140 - 72) + 161(145 - 100)]$
		$\Rightarrow S_{ABCD} = 3608.50\ m^2$

2- حساب السمت الاحداثي G_{AB}:

حساب فروق الفواصل وفروق الترتيب

0.25	1.50	$\Delta x_{AB} = X_B - X_A = 120 - 100 = 20m > 0$
0.25		$\Delta y_{AB} = Y_B - Y_A = 140 - 100 = 40m > 0$
0.25		الاتجاه AB يقع في الربع الأول ومنه $G_{AB} = g$
0.50		حساب g بالعلاقة $\text{Tan}\, g = \left\lvert\frac{\Delta x_{AB}}{\Delta y_{AB}}\right\rvert = \left\lvert\frac{20}{40}\right\rvert = 0.5 \Rightarrow g = 29.517gr$
		$\Rightarrow G_{AB} = 29.517gr$

0.25	0.50	3- حساب المسافة الافقية L_{AB}: $L_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2} = \sqrt{20^2 + 40^2} = 44.72m$
0.50		

4- حساب المسافة الافقية L_{AE} .

- حساب احداثيات النقطة E :

0.25	1.00	$x_E = \frac{x_C + x_D}{2} = \frac{179 + 161}{2} = 170.00m$
0.25		$y_E = \frac{y_C + y_D}{2} = \frac{145 + 72}{2} = 108.50m$
0.50	4/4	$L_{AE} = \sqrt{(x_E - x_A)^2 + (y_E - y_A)^2} = \sqrt{70^2 + 8.5^2} = 70.51m$

www.ency-education.com