

المسألة الأولى: (07 نقط)

دراسة رافدة :

ليكن للرسم الميكانيكي لرافدة مبينة في الشكل التالي :

- الممسند A مزدوج

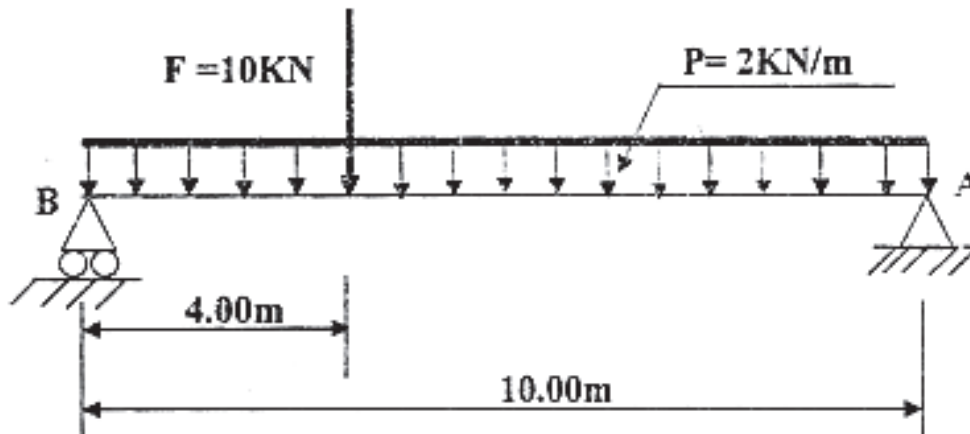
- الممسند B بسيط .

العمل المطلوب :

1 - احسب ردود الأفعال في الممسدين A و B .

2 - أكتب معادلات الجهد القاطع T وعزم الانحناء M_f على طول الرافدة.

3 - ارسم منحنى T و M_f و استنتج العزم الأعظمي M_{fmax} .



المسألة الثانية: (05 نقط)

تسليح شداد:

لدينا شداد (tirant) من الخرسانة المسلحة ذو مقطع مربع $(40 \times 40) \text{ cm}^2$.

المعطيات:

$$f_{c28} = 30 \text{ MPa} ; N_{ser} = 0.85 \text{ MN} ; N_u = 1.2 \text{ MN}$$

الفولاذ من نوع: HAF₄E400 ; $\eta = 1.6$; $\gamma_s = 1.15$; $f_e = 400 \text{ MPa}$ ، حالة التشقق ضارة.

$$f_{128} = 0.6 + 0.06 f_{c28}$$

$$A_s \cdot f_s \geq B \cdot f_{128} \quad ; \quad \bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{2}{3} f_s; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{128}} \right\}$$

$$A_{ser} \geq \frac{N_{ser}}{\sigma_s} \quad ; \quad A_v \geq \frac{N_u}{f_{su}} \quad ; \quad f_{su} = \frac{f_s}{\gamma_s}$$

العمل المطلوب:

حدد تسليح مقطع هذا الشدك مع اقتراح رسما له مع مراقبة شرط عدم الهشاشة.

جدول التسليح

المقطع ب (cm ²) لعدد من القضبان يتراوح من :										وزن المتر	القطر
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Kg/m	mm
5.02	4.52	4.01	3.51	3.01	2.51	2.01	1.50	1.00	0.50	0.395	8
7.85	7.06	6.28	5.49	4.71	3.92	3.14	2.35	1.57	0.78	0.617	10
11.31	10.18	9.05	7.92	6.78	5.65	4.52	3.39	2.26	1.13	0.888	12
15.39	13.85	12.31	10.77	9.23	7.69	6.15	4.62	3.08	1.54	1.208	14
20.10	18.09	16.08	14.07	12.06	10.05	8.04	6.03	4.02	2.01	1.578	16
31.41	28.27	25.13	21.99	18.84	15.70	12.56	9.42	6.28	3.14	2.466	20
49.09	44.18	39.27	34.36	29.45	24.54	19.63	14.73	9.82	4.91	3.853	25
80.42	72.38	64.34	56.26	48.25	40.21	32.17	24.12	16.08	8.04	6.313	32
125.65	113.09	100.53	87.96	75.39	62.83	50.26	37.70	25.13	12.56	9.865	40

- المسألة الثالثة : (04 نقط)

- انطلاقا من نقطتين A و B المعرفتين بالإحداثيات المستطيلة التالية :

$$B = \begin{cases} x = 5475,45m \\ y = 2000,00m \end{cases} \quad A = \begin{cases} x = 5385,75m \\ y = 2105,45m \end{cases}$$

العمل المطلوب:

1 - أحسب السميت الإحداثي G_{AB} .

2 - أحسب المسافة الأفقية AB

المسألة الرابعة: (04 نقط)

الجزء الأول :

- لرسم روافد لمبنى استعملنا برنامج الرسم المدعم بالحاسوب متبعين المراحل التالية :

أ - تهيئ مقطع الرافدة باستعمال الأمر " HACHURE "

ب - استحدث منسوخ (calque) باسم " poutre " و حددنا اللون و السمك و نوع الخط.

ج - رسم مقطع الرافدة باستعمال الأمر polyligne .

د - استعمال الأمر " copier " لرسم الروافد المتبقية.

- رتب مراحل انجاز الرسم ترتيبا صحيحا بملأ الجدول أسفله.

الترتيب	1	2	3	4
الخطوة	-----	-----	-----	-----

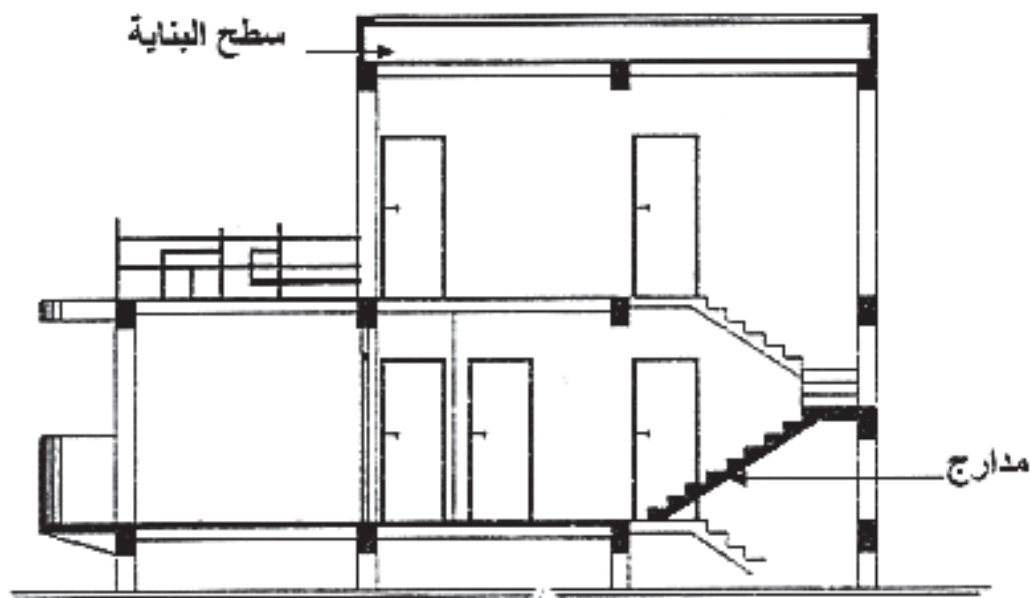
الجزء الثاني:

- أذكر وظائف السطوح ؟

الموضوع الثاني

الموضوع :

تريد المصالح التقنية وضع جميع الوثائق الخطية و التقنية لإنجاز بناية إدارية متعددة الطوابق وفق نظام أعمدة - روافد كما هو موضح بالشكل 1 .



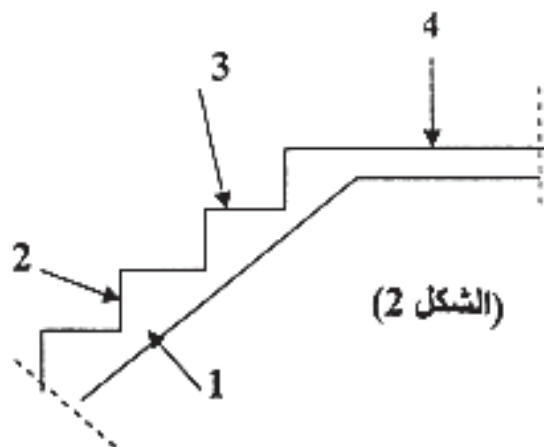
جزء من مقطع عمودي للبناية الإدارية .

(الشكل 1)

المسألة 1 : (04 ن)

ليكن الرسم الممثل بالشكل 2 ، و الموضح لدورة من مدرج البناية مع العلم أن :

- الخطوة المتوسطة تساوي 64cm .
- القائمة تساوي 17cm .
- ارتفاع القلبة 153cm .



(الشكل 2)

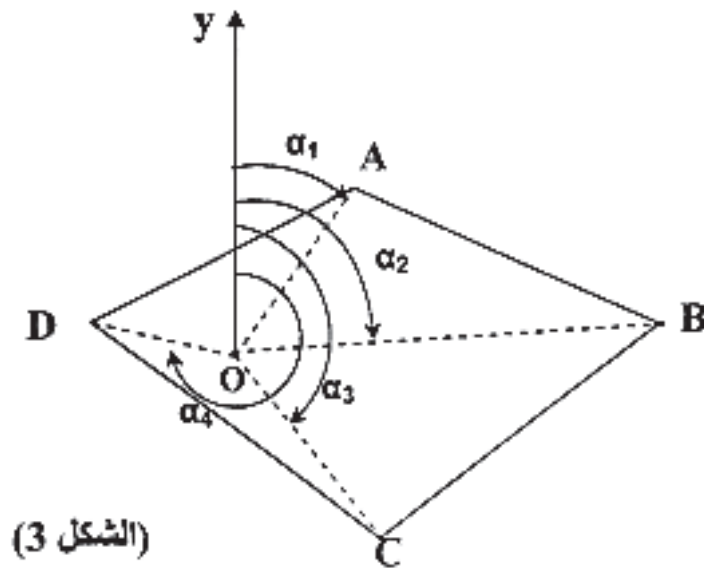
العمل المطلوب :

- 1/ سم العناصر المرقمة على الشكل 2.
- 2/ أحسب عرض الدرجة (القائمة) .
- 3/ أحسب عدد درجات القلبة .

المسألة 2 : (04 ن)

لإنجاز هذه البناية ، خُصِّصت قطعة أرض ABCD (أنظر للشكل 3) حيث تم تحديد رؤوسها بواسطة الإحداثيات القطبية .

OA = 20m	$\alpha_1 = 15\text{gr}$
OB = 60m	$\alpha_2 = 85\text{gr}$
OC = 45m	$\alpha_3 = 160\text{gr}$
OD = 16m	$\alpha_4 = 315\text{gr}$



العمل المطلوب :

أحسب مساحة هذه القطعة بواسطة الإحداثيات القطبية .

المسألة 3 : (06,50 ن)

لتكن رافدة من البناية الممثلة بالشكل الميكانيكي التالي (الشكل 4) ، نفرض أن :

A مسند بسيط و B مسند مضاعف .

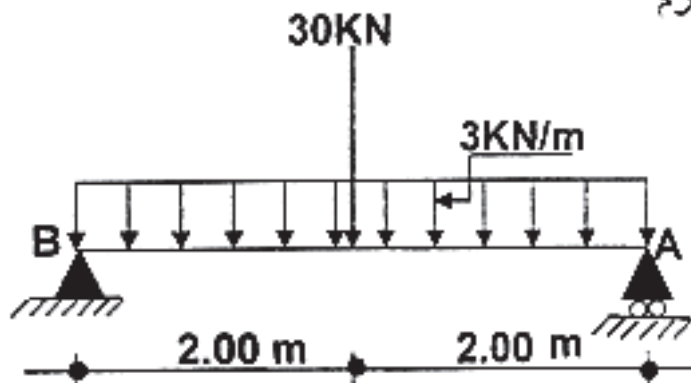
العمل المطلوب :

1- لحسب ردود الأفعال عند المسندين A و B .

2 - أكتب معادلات الجهد القاطع T وعزم

الانحناء M_f على طول الرافدة .

3 - أرسم منحنى T و M_f .



(الشكل 4)

المسألة 4 : (05,50 ن)

قام مكتب الدراسات التقنية بدراسة تسليح العمود الداخلي للبنائية ، المعرض لتأثير قوة انضغاط ناظرية مركزية على مقطع الخرسانة .

المعطيات : مقطع العمود $(30 \times 40) \text{ cm}^2$.

الجهد الناظمي في حالة الحد النهائي $N_U = 1.8 \text{ MN}$

طول العمود $l_0 = 2.90 \text{ m}$ ، طول الانبعاج (التحجب) : $l_r = 0.7 \times l_0$ ، $\gamma_s = 1.15$ ، $\gamma_b = 1.5$ ،

$f_c = 500 \text{ MPa}$ HA فولاذ ، $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

الحمولات مطبقة بعد 90 يوما .

ملاحظات :

- تعطى بعض العلاقات، اختر ما يناسبك منها:

$$A_{th} = \left(\frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r \times f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right) \frac{\gamma_s}{f_c}$$

$$A_{min} = \text{Max} (4u ; 0,2\% B)$$

إذا كانت : $50 < \lambda \leq 70$

$$\alpha = 0.6 \left(\frac{50}{\lambda} \right)^2$$

إذا كانت : $\lambda \leq 50$

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2}$$

$$\lambda = 2\sqrt{3} \times \frac{l_r}{a}$$

$$B_r = (a-2)(b-2) \text{ cm}^2$$

العمل المطلوب :

أحسب مساحة التسليح الطولي للعمود مع اقتراح عدد القضبان المستعملة .

جدول التسليح

المقطع ب (سم ²) لعدد من القضبان يساوي:										القطر ϕ
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	مم
7,85	7,06	6,28	5,49	4,71	3,92	3,14	2,35	1,57	0,78	10
11,31	10,18	9,05	7,92	6,78	5,65	4,52	3,39	2,26	1,13	12
15,39	13,85	12,31	10,77	9,23	7,69	6,15	4,62	3,08	1,54	14
20,10	18,09	16,08	14,07	12,06	10,05	8,04	6,03	4,02	2,01	16
31,41	28,27	25,13	21,99	18,84	15,70	12,56	9,42	6,28	3,14	20

بالتوفيق

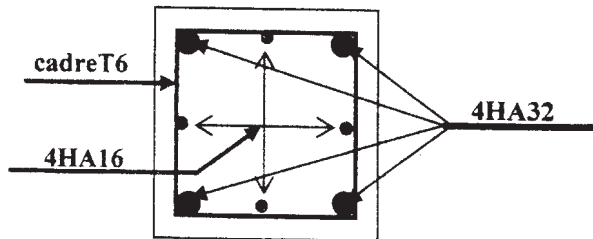
الصفحة 5/5

انتهى

العلامة	مجزأة	عناصر الإجابة للموضوع الأول	محاور الموضوع
		1- حساب ردود الأفعال: $\sum F /_x = 0 \Rightarrow H_A = 0$ $\sum F /_y = 0 \Rightarrow V_A + V_B - 10 - (2 \times 10) = 0$ $V_A + V_B = 30 \text{ KN} \quad (1)$ $\sum M /_B = 0 \Rightarrow (10 \times 4.00) + (2 \times 10 \times 5) - 10V_A = 0$ $V_A = \frac{40 + 100}{10} = 14 \text{ KN}$ $\sum M /_A = 0 \Rightarrow -(10 \times 6.00) - (2 \times 10 \times 5) + 10V_B = 0$ $V_B = \frac{60 + 100}{10} = 16 \text{ KN}$ $V_A + V_B = 14 + 16 = 30 \text{ KN} \quad \text{محققة}$ كتابة معادلات T و Mf $0 \leq x \leq 4.00$ معادلة الجهد القاطع T $T(x) = -2x + 16$ $\begin{cases} T(0) = 16 \text{ KN} \\ T(4) = 8 \text{ KN} \end{cases}$ معادلة عزم الانحناء Mf : $M_f(x) = -2 \frac{x^2}{2} + 16x = -x^2 + 16x$ $\begin{cases} M(0) = 0 \\ M(4) = 48 \text{ KN} .m \end{cases}$ 4 ≤ x ≤ 10 $T(x) = -2x + 16 - 10$ $T(x) = -2x + 6$ $\begin{cases} T(4) = -2 \text{ KN} \\ T(10) = -14 \text{ KN} \end{cases}$ $M_f(x) = -2 \frac{x^2}{2} + 16x - 10(x - 4)$ $M_f(x) = -x^2 + 6x + 40$ $\begin{cases} M_f(4) = 48 \text{ KN} .m \\ M_f(10) = 0 \end{cases}$ $M_{f \max} = 48 \text{ KN} .m$	المسألة الأولى

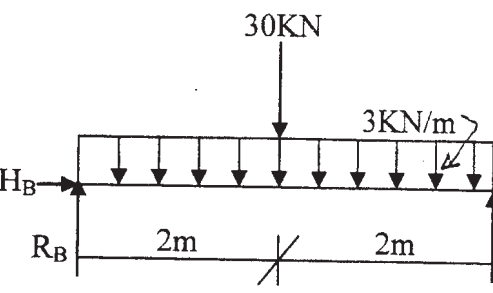
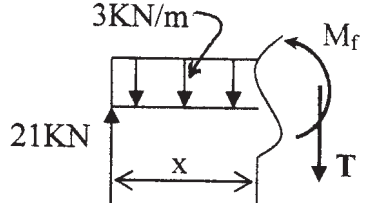
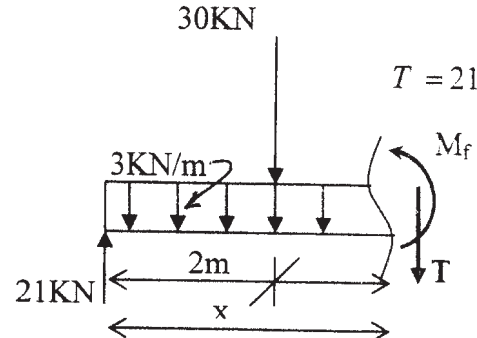
174

العلامة		عناصر الإجابة	محاور الموضوع
المجموع	مجزأة		
		1- الحساب في حالة E.L.U.R: - اجهاد الفولاذ: $F_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.82 MPa \approx 348 MPa$ - المقطع النظري للتسليح المشدود: $A_u = \frac{N_u}{f_{su}} = \frac{1.20}{348} \times 10^4 = 34.48 cm^2$ 2 - الحساب في حالة التشغيل E.L.S: - اجهاد الفولاذ $\overline{\sigma_s}$ $\overline{\sigma_s} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{t28}} \right\}$ $\frac{2}{3} 400 = 266.67 MPa$ $f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28} = 2.4 MPa$ $110 \sqrt{2.4 \times 1.6} = 215.55 MPa$ $\overline{\sigma_s} = \min \{ 266.67 MPa ; 215.55 MPa \}$ $\overline{\sigma_s} = 215.55 MPa$ - المقطع النظري للتسليح المشدود: $A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\overline{\sigma_s}} = \frac{0.85}{215.55} \times 10^4 = 39.43 cm^2$ $A_s = \max (A_u ; A_{ser}) = \max (34.48 ; 39.43) = 39.43 cm^2$ من جدول التسليح نختار: $4HA32 + 4HA16 = 40.21 cm^2$ اقترح رسم التسليح:	المسألة الثانية
	0.25		
	01		
	0.25		
	0.25		
	0.25		
	0.25		
	1		
	0.5		
	0.25		
	0.5		



العلامة		عناصر الإجابة	محاور الموضوع										
المجموع	مجزأة												
	0.5	مراقبة شرط عدم الهشاشة: $A_s f_e \geq B f_{t28} ?$ $A_s f_e = 40.21 \times 10^{-4} \times 400 = 1.608 MN$ $B f_{t28} = 0.4 \times 0.4 \times 2.4 = 0.384 MN$ $A_s f_e > B f_{t28} \text{ ومنـه}$ إذن شرط عدم الهشاشة محقق.	المسألة الثالثة										
05		1- حساب السمـت الإحداثي G_{AB}:											
	0.25	$\Delta X = X_B - X_A = 5475.45 - 5385.75 = 89.7m$											
	0.25	$\Delta Y = Y_B - Y_A = 2000.00 - 2105.45 = -105.45m$											
	2×0.5	$\left. \begin{array}{l} \Delta X > 0 \\ \Delta Y < 0 \end{array} \right\} \text{ نحن في الربع الثاني } G = 200 - g$											
	1	$tg(g) = \left \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right \Rightarrow tg(g) = \frac{89.7}{105.45} = 0.851$ $g = 44.87gr$ ومنه											
	0.5	$G_{AB} = 200 - g = 200 - 44.87$											
	0.5	$G_{AB} = 155.13gr$											
		2- حساب المسافة الأفقية AB:											
	0.5	$AB = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(89.7)^2 + (105.45)^2}$ $AB = 138.44m$											
04		(2) ترتيب مراحل رسم الرافدة: الجواب الاول: <table><tr><td>الترتيب</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>الخطوة</td><td>ب</td><td>ج</td><td>أ</td><td>د</td></tr></table> ملاحظة: يمكن للمترشح اتباع الخطوات التالية: (ب)، (ج)، (د) و (أ) الجواب الثاني: - الحمل . - الغزل (الغلق). - الحماية .	الترتيب	1	2	3	4	الخطوة	ب	ج	أ	د	المسألة الرابعة
الترتيب	1	2	3	4									
الخطوة	ب	ج	أ	د									
	(0.5×3)+1												
	0.5×3												
04													
20	20												

العلامة		عناصر الإجابة للموضوع الثاني	محاور الموضوع
الموضوع	مجزأة		
04	4×0.5	- العناصر المرقمة : 1- الحصيرة . 2- القائمة . 3- النائمة 4- فاصل الارتياح . - حساب عرض النائمة :	المسألة 1
	2×0.5	$2h + g = 64 \text{ cm}$ $\Rightarrow g = 64 - 2h = 64 - 2 \cdot 17 = 30 \text{ cm}$	
	2×0.5	- حساب عدد الدرجات : $n = \frac{H}{h} = \frac{153}{17} = 9$	
04	0.5	حساب مساحة أرض المشروع .	المسألة 2
	4×0.25	$S = \frac{1}{2} \sum l_i \times l_{i+1} \times \sin(\alpha_{i+1} - \alpha_i)$ $S = \frac{1}{2} [l_1 \times l_2 \times \sin(\alpha_2 - \alpha_1) + l_2 \times l_3 \times \sin(\alpha_3 - \alpha_2) +$ $l_3 \times l_4 \times \sin(\alpha_4 - \alpha_3) + l_4 \times l_1 \times \sin(\alpha_1 - \alpha_4)]$	
	4×0.5	$S = \frac{1}{2} [20 \times 60 \times \sin(85 - 15) + 60 \times 45 \times \sin(160 - 85) +$ $45 \times 16 \times \sin(315 - 160) + 16 \times 20 \times \sin(415 - 315)]$	
04	0.5	$S = \frac{1}{2} (1069.20 + 2494.47 + 467.60 + 320) = 2175.64 \text{ m}^2$	

العلامة	مجزأة	عناصر الإجابة	محاور الموضوع
الموضوع	مجزأة		
		1 - حساب ردود الأفعال  $\sum \bar{F}_x = 0 \Rightarrow H_B = 0$ $\sum \bar{F}_y = 0 \Rightarrow R_A + R_B = 42kN$ 0.5 $\sum M_A = 0 \Rightarrow R_B = \frac{(30 \times 2) - (4 \times 3 \times 2)}{4} = 21kN$ 0.5 $\sum M_B = 0 \Rightarrow R_A = \frac{(30 \times 3) - (4 \times 3 \times 2)}{4} = 21kN$ 0.5 و هي محققة $R_A + R_B = \frac{F_y}{2} = \frac{30 + 3 \times 4}{2} = 21kN$ التحقيق يمكن الحل بالتناظر 2- معادلات الجهد القاطع و عزم الانحناء : 0 ≤ x < 2m  $T = 21 - 3x \quad \begin{cases} x = 2 \Rightarrow T = 15kN \\ x = 0 \Rightarrow T = 21kN \end{cases}$ $M_f = 21x - 3 \frac{x^2}{2} \quad \begin{cases} x = 0 \Rightarrow M_f = 0 \\ x = 2 \Rightarrow M_f = 36kN.m \end{cases}$ 2 ≤ x ≤ 4  $T = 21 - 30 - 3(x - 2) \quad \begin{cases} x = 2 \Rightarrow T = -15kN \\ x = 4 \Rightarrow T = -21kN \end{cases}$ $M_f = 21x - 30(x - 2) - 3 \frac{(x - 2)^2}{2} \quad \begin{cases} x = 2 \Rightarrow M_f = 36kN.m \\ x = 4 \Rightarrow M_f = 0 \end{cases}$	المسألة 3

العلامة		عناصر الإجابة	محاور الموضوع
الموضوع	مجزأة		
		3 - رسم المنحنى البياني	المسألة 3
06,50	1		

العلامة		عناصر الإجابة	محاو الموضوع
الموضوع	مجزأة		
	0.5	- حساب طول الإنبعاج : $l_f = 0.7 \times l_c = 0.7 \times 2.90 = 2.03 \text{ m}$	المسألة 4
	0.5	- حساب النحافة : $\lambda = 2\sqrt{3} \times \frac{l_f}{\alpha} = 2\sqrt{3} \times \frac{2.03}{0.30} = 23.44$	
	0.5	$\lambda < 50$	
	1	- حساب المعامل α : $\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{23.44}{35} \right)^2} = 0.78$	
		- حساب مقطع التسليح النظري	
	0.5	$A_{th} = \left(\frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r \times f_{c28}}{0.9 \times \gamma_s} \right) \frac{\gamma_s}{f_s}$	
	0.5	$A_{th} = \left(\frac{1.8}{0.78} - \frac{(0.40 - 0.02)(0.30 - 0.02) \times 25}{0.9 \times 1.5} \right) \frac{1.15}{500} \times 10^4 = 7,76 \text{ cm}^2$	
		- التسليح المحسوب :	
	0.5	$A(4u) = 4(0.40 + 0.30) \times 2 = 5.60 \text{ cm}^2$	
	0.5	$A(0.2\%B) = \frac{0.2 \times (40 \times 30)}{100} = 2.40 \text{ cm}^2$	
		$A_{min} = \max \{ A(4u); A(0.2\%B) \}$	
	0,25	$A_{min} = \max (2,4 \text{ cm}^2; 5,6 \text{ cm}^2) = 5,6 \text{ cm}^2$	
	0,25	$A_{s \text{ calc}} = \max \{ A_{th}; A_{min} \} = \max (7,76 \text{ cm}^2; 5,6 \text{ cm}^2) = 7,76 \text{ cm}^2$	
05.50	0.5	التسليح الحقيقي : من جدول التسليح نختار : 4 HA 16 ($A = 8.04 \text{ cm}^2$)	