



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية
الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

دورة: 2023

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي

الشعبة: تقني رياضي

المدة: 04 سا و 30 د

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية)

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

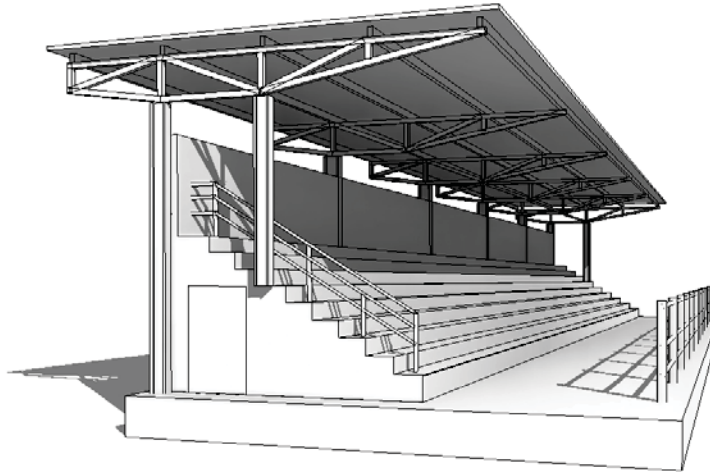
الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 1 من 8 إلى الصفحة 4 من 8)

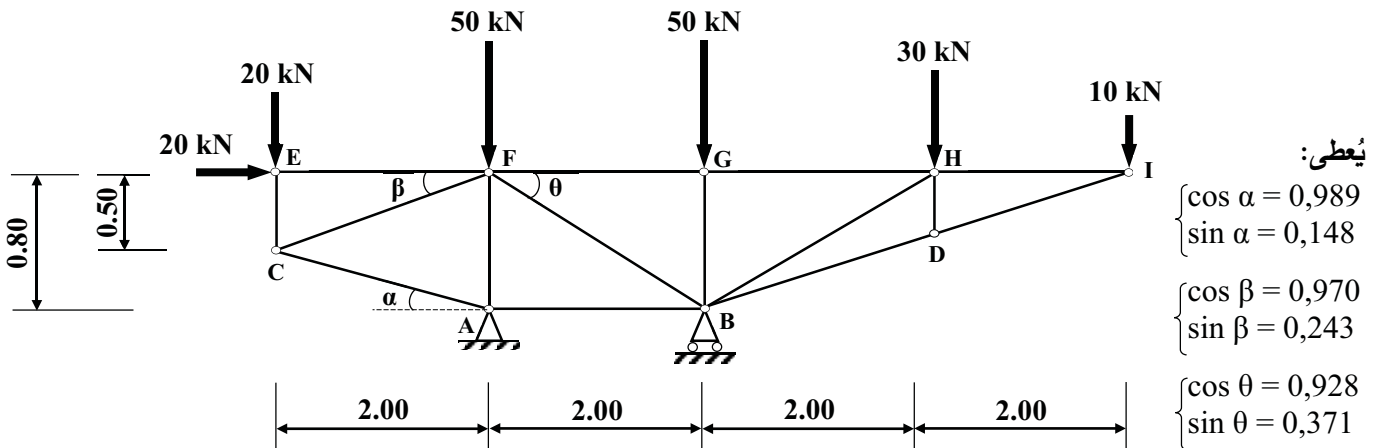
الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: الأنظمة المثالية (07 نقاط)

لتغطية مدرج سباق الخيل الموضح في الشكل (1)، تمت نمذجة أحد الأنظمة المثالية لهيكل الغماء حسب الشكل (2).



الشكل (1)



الشكل (2)



العمل المطلوب:

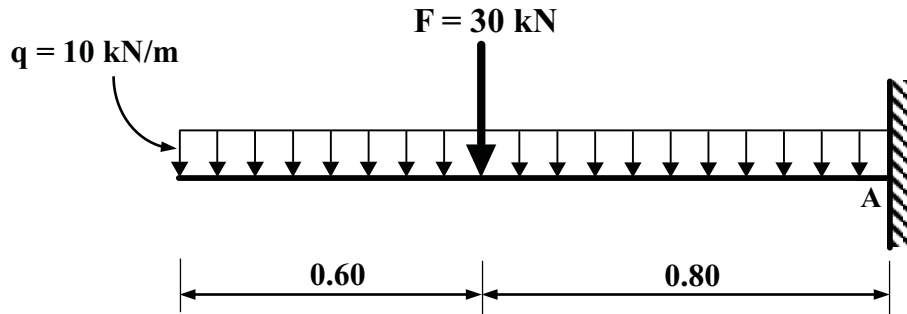
- (1) تأكد من أن النظام محدد سكونيًا.
- (2) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B علمًا أن المسند A مزدوج والمسند B بسيط.
- (3) احسب الجهود الداخلية في القضبان EC، EF، CA، CF، AF، AB، FB، FG باستعمال طريقة عزل العقدة مبيّنًا طبيعتها. (مع تدوين النتائج في جدول)
- (4) تحقّق من أن المقطع العرضي للقضبان آمن واقتصادي إذا علمت أن:
- القضبان عبارة عن مجنّب زاوية مزدوج 2L (50×50×5) حسب الخصائص الموضّحة في الجدول الآتي:

المجنّب	الوزن (Kg/m)	مساحة المقطع (cm ²)
L (50×50×5)	3,73	4,50

- الجهد النازلي الأقصى في القضبان $N_{\max} = 125 \text{ kN}$ والاجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN / cm}^2$.

النشاط الثاني: الانحناء البسيط المستوي (05 نقاط)

رافدة معدنية مقطوعها العرضي مجنّب IPE ممثلة بالشكل الميكانيكي الموضّح في الشكل (3).



الشكل (3)

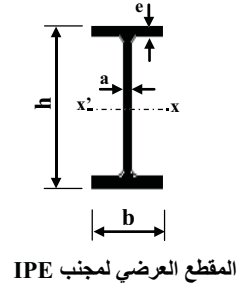
العمل المطلوب:

- (1) احسب ردود الأفعال عند الوثاقة A.
- (2) اكتب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
- (3) ارسم المنحنيات البيانية لمعادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
- (4) استنتج قيم الجهد القاطع الأعظمي T_{\max} وعزم الانحناء الأعظمي $M_{f\max}$.
- (5) حدّد من الجدول المرفق المجنّب الآمن والاقتصادي علمًا أن:
- عزم الانحناء الأقصى $M_{f\max} = 33,80 \text{ kN.m}$ والاجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN / cm}^2$.



■ الجدول المرفق:

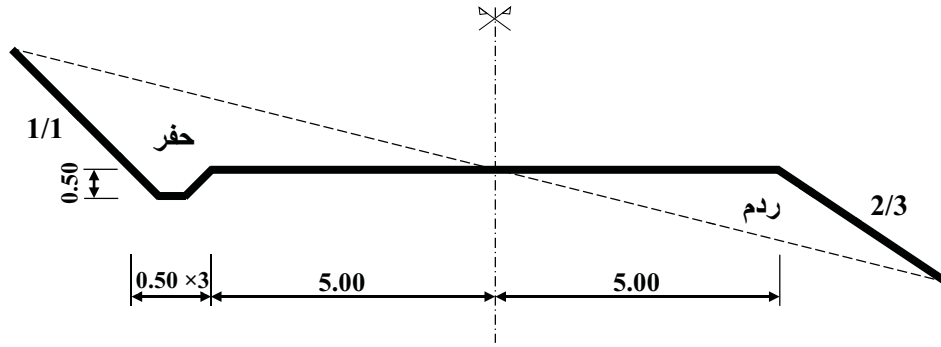
التعيين	الأبعاد				المقطع	بالنسبة لـ (xx')	
IPE	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	S (cm ²)	I _{xx'} (cm ⁴)	W _{xx'} (cm ³)
180	180	91	5,3	8	23,9	1317	146,3
200	200	100	5,6	8,5	28,5	1943	194,3
220	220	110	5,9	9,2	33,4	2772	252
240	240	120	6,2	9,8	39,12	3892	324,3
270	270	135	6,6	10,2	45,94	5790	428,9



البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول: الطرق (05 نقاط)

قصد تَوْسِعة طريق ولائي أُسندت الدّراسة إلى مكتب مُتخصص، حيث قام بتحضير ملف تقني شاملٍ يشمل وثائق خطية من بينها المظهر العرضي النموذجي حسب الشكل (4).



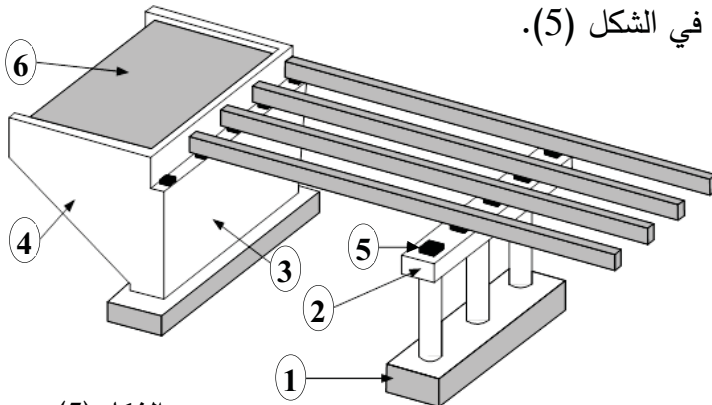
الشكل (4)

العمل المطلوب:

- ارسم المظهر العرضي على الوثيقة المرفقة (الصفحة 4 من 8) مع إكمال جميع البيانات على الجدول.

النشاط الثاني: الجسور (03 نقاط)

جسر من الخرسانة المسلحة في إطار الإنجاز مُمَثَّل في الشكل (5).



الشكل (5)

العمل المطلوب:

- 1) صنّف الجسر من حيث الشكل.
- 2) سمّ العناصر المرقمة من 1 إلى 6.
- 3) اذكر دور كل من العنصرين 5 و 6.



مناييب خط الأرض الطبيعية	مناييب خط المشروع	المسافات الجزئية	المسافات المتراكمة
404.00
405.50	405.00	0.00	
407.00

1/100

1/100

+ 400 m

X



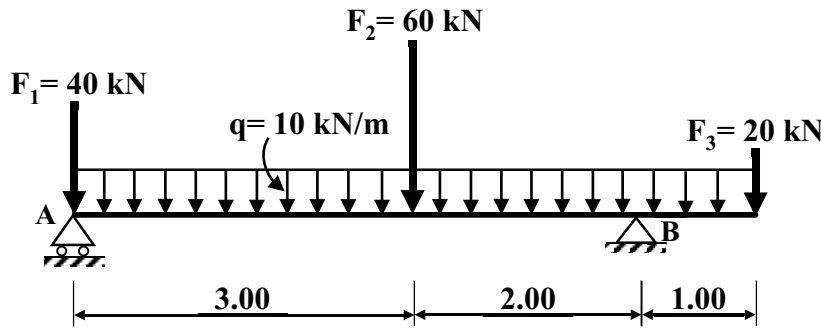
الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 5 من 8 إلى الصفحة 8 من 8)

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: الانحناء البسيط المستوي (07 نقاط)

رافدة معدنية مقطعها العرضي مُجَنَّب IPE تستند على مسندين A و B مُمَثَّلَة في الشكل (1).



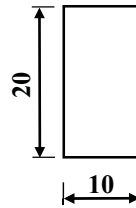
A: مسند بسيط

B: مسند مزدوج

الشكل (1)

العمل المطلوب:

- 1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.
- 2) اكتب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
- 3) ارسم المنحنيات البيانية لمعادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
- 4) حدّد من الجدول المرفق المجنب الآمن والاقتصادي علماً أنّ:
- عزم الانحناء الأعظمي $M_{f\max} = 87 \text{ kN.m}$ والاجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN / cm}^2$.
- 5) نَمِّ اقتراح استبدال المجنب IPE برافدة أبعاد مقطعها المستطيل مُمَثَّلَة في الشكل (2).

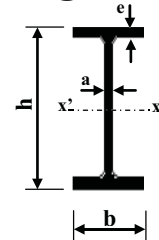


الشكل (2)

- تحقّق من مقاومة مقطع الرافدة المقترح إذا علمت أنّ الاجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1400 \text{ daN / cm}^2$.

التعيين	الأبعاد				المقطع	بالنسبة لـ (xx')	
IPE	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	S (cm ²)	I _{xx'} (cm ⁴)	W _{xx'} (cm ³)
240	240	120	6,2	9,8	39,12	3892	324,3
270	270	135	6,6	10,2	45,94	5790	428,9
300	300	150	7,1	10,7	53,81	8356	557,1
330	330	160	7,5	11,5	62,61	11770	713,1
360	360	170	8	12,7	72,73	16270	903,6

الجدول المرفق:



المقطع العرضي لمجنَّب IPE



النشاط الثاني: الخرسانة المسلحة (05 نقاط)

شَدَاد من الخرسانة المسلحة ذو مقطع مربع أبعاده $(30 \times 30) \text{ cm}^2$ ، خاضع لقوة شد مركزية حسب المعطيات التالية:

- الجهود الناظمية: $N_U = 220 \text{ kN}$; $N_{ser} = 160 \text{ kN}$
- مقاومة الخرسانة: $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$
- الفولاذ من النوع HA: $f_e = 400 \text{ MPa}$ ، $\gamma_s = 1,15$ ، $\eta = 1,6$.
- نوع التشققات: ضارة جدًا

العمل المطلوب:

(1) احسب مقطع التسليح الطولي للشَدَاد.

(2) تحقّق من شرط عدم الهشاشة.

(3) اقترح رسمًا لتسليح مقطع الشَدَاد.

تُعْطَى العلاقات التالية:

$$A_s \cdot f_e \geq B \cdot f_{t28}, \quad A_u = \frac{N_u}{f_{su}}, \quad \bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; 110 \sqrt{f_{t28} \cdot \eta} \right\}, \quad A = \max(A_u ; A_{ser})$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} f_e ; 90 \sqrt{f_{t28} \cdot \eta} \right\}, \quad A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}_s}, \quad f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s}, \quad f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28}$$

▪ جدول التسليح:

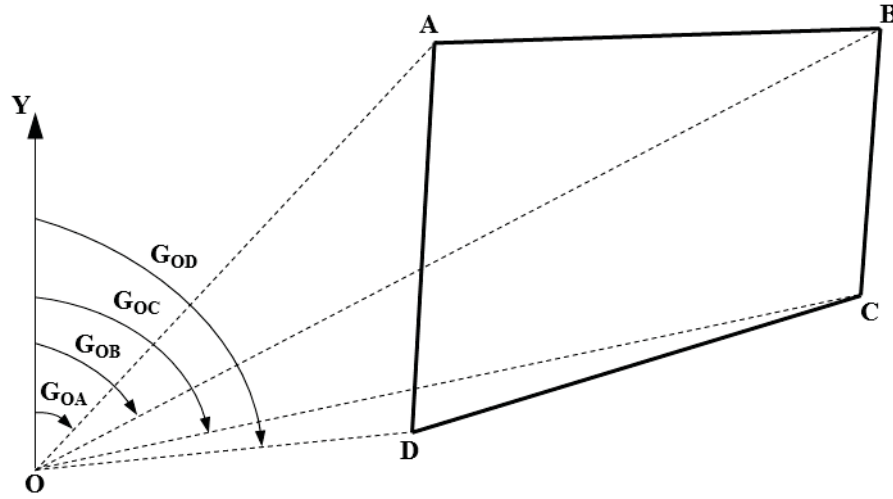
المقطع بـ (cm ²) لعدد من القضبان										الأقطار (mm)
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
7.85	7.07	6.28	5.50	4.71	3.92	3.14	2.35	1.57	0.78	10
11.31	10.18	9.05	7.92	6.78	5.65	4.52	3.39	2.26	1.13	12
15.39	13.85	12.32	10.78	9.23	7.69	6.15	4.62	3.08	1.54	14
20.10	18.09	16.08	14.07	12.06	10.05	8.04	6.03	4.02	2.01	16
31.42	28.27	25.13	21.99	18.84	15.70	12.56	9.42	6.28	3.14	20

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (05 نقاط)

لحساب مساحة قطعة أرض (ABCD) موصّحة في الشكل (3)، تتركز الطبوغرافي في المحطة O و رصد النقاط D ، C ، B ، A فتحصل على النتائج الآتية:

النقاط	الإحداثيات القائمة		المسافات (m)	السمت الإحداثي (gr)
	X (m)	Y (m)		
O	100	100	$L_{OA} = 95.131$	$G_{OA} = 55,685$
B	236	164	$L_{OB} = 150.306$	$G_{OB} = 72,00$
C	232	127	$L_{OC} = 134.733$	$G_{OC} = 87,155$
D	170	108		



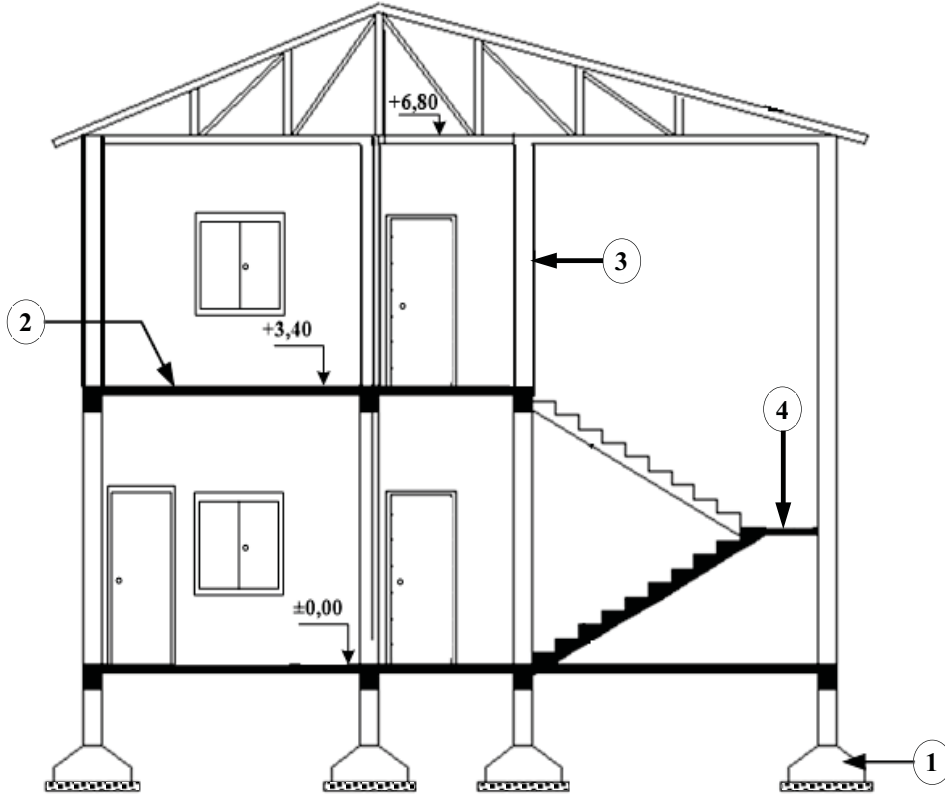
الشكل (3)

العمل المطلوب:

- 1) احسب السمت الإحداثي G_{OD} و المسافة L_{OD} .
- 2) احسب الإحداثيات القائمة للنقطة A بدلالة النقطة O.
- 3) احسب مساحة قطعة الأرض (ABCD) باستعمال الإحداثيات القطبية.
- 4) تحقّق من مساحة قطعة الأرض (ABCD) باستعمال الإحداثيات القائمة.

النشاط الثاني: المنشأ العلوي (03 نقاط).

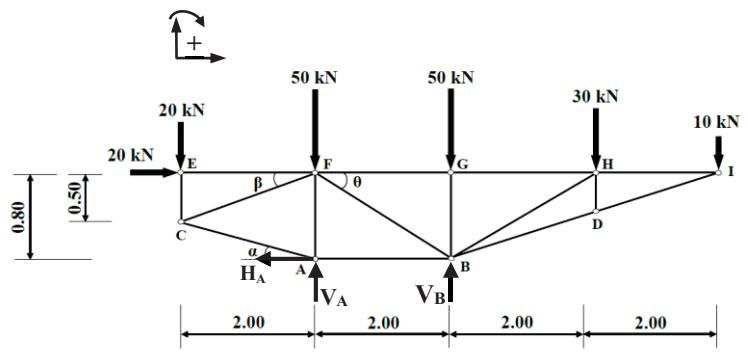
يُمثل الشكل (4) مقطعاً شاقولياً لبنانية متكوّنة من طابقين.

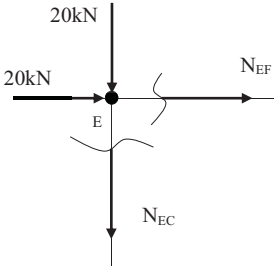
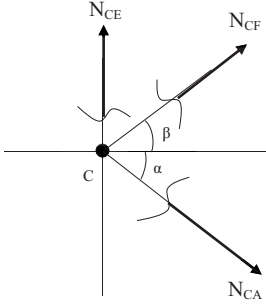


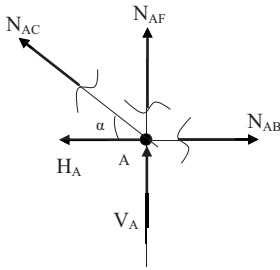
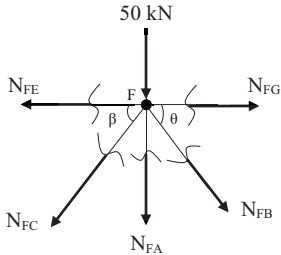
الشكل (4)

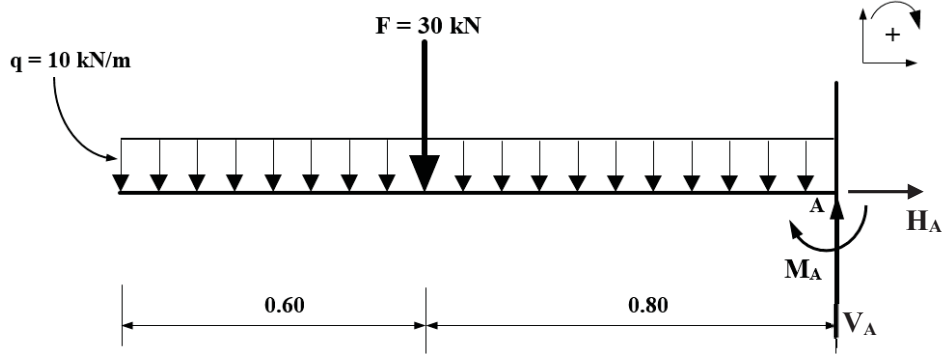
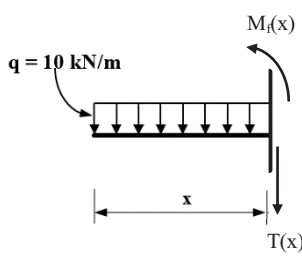
العمل المطلوب:

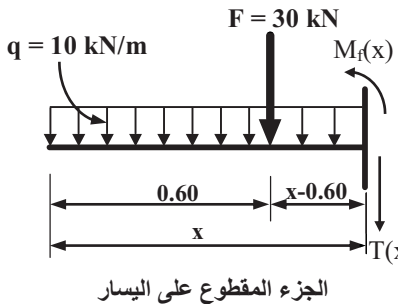
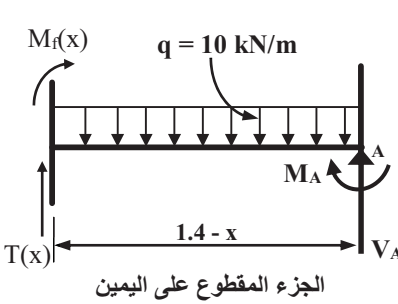
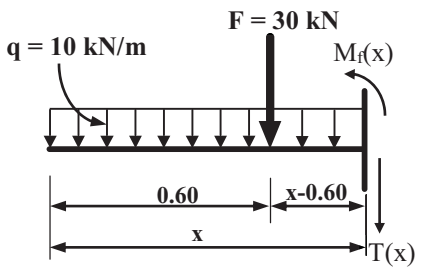
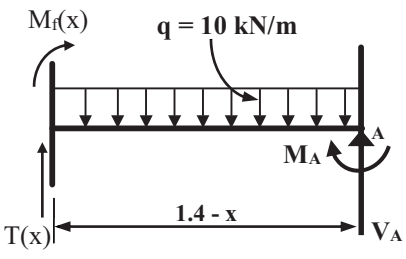
- (1) سمّ العناصر المرقّمة من 1 إلى 4.
- (2) حدّد دور العنصر رقم 2.
- (3) احسب ارتفاع القائمة h اعتماداً على الشكل (4)، علماً أنّ عدد درجات المدرج $n = 20$.
- (4) استنتج عرض النّائمة g .

العلامة		52. عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
		<p>الميكانيك المطبقة: النشاط الأول:</p>  <p>(1) التأكد من أن النظام محدد سكونيا:</p> $b = 2n - 3 \rightarrow 15 = 2(9) - 3 \rightarrow 15 = 15$ <p>ومنه النظام محدد سكونيا</p> <p>(2) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B.</p> $\sum F_{XX'} = 0 \rightarrow -H_A + 20 = 0 \rightarrow \boxed{H_A = 20\text{kN}}$ $\sum F_{YY'} = 0 \rightarrow V_A + V_B = 20 + 50 + 50 + 30 + 10$ $\rightarrow \boxed{V_A + V_B = 160\text{kN}}$ $\sum M_{/B} = 0 \rightarrow (20 \times 0.8) - (20 \times 4) - (50 \times 2) + (30 \times 2) + (10 \times 4) + (V_A \times 2) = 0$ $\rightarrow V_A = \frac{-16 + 80 + 100 - 60 - 40}{2}$ $\rightarrow \boxed{V_A = 32\text{kN}}$ $\sum M_{/A} = 0 \rightarrow (20 \times 0.8) - (20 \times 2) + (50 \times 2) + (30 \times 4) + (10 \times 6) - (V_B \times 2) = 0$ $\rightarrow V_B = \frac{16 - 40 + 100 + 120 + 60}{2}$ $\rightarrow \boxed{V_B = 128\text{kN}}$ <p>ومنه العلاقة محققة</p> $V_A + V_B = 32 + 128 = 160\text{kN}$
0.5	0.5	
0.5		
0.25	0.25	
0.5	0.5	
0.5	0.5	
01.25		

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
		<p>(3) حساب الجهود الداخلية في القضبان:</p> <p>■ العقدة E:</p>  $\sum F_{/XX'} = 0 \rightarrow N_{EF} + 20 = 0 \rightarrow \boxed{N_{EF} = -20 \text{ kN (C)}}$ $\sum F_{/YY'} = 0 \rightarrow -N_{EC} - 20 = 0 \rightarrow \boxed{N_{EC} = -20 \text{ kN (C)}}$ <p>■ العقدة C:</p>  $\sum F_{/XX'} = 0 \rightarrow N_{CF} \cdot \cos \beta + N_{CA} \cdot \cos \alpha = 0$ $\rightarrow 0.97 N_{CF} + 0.989 N_{CA} = 0$ $\sum F_{/YY'} = 0 \rightarrow N_{CE} + N_{CF} \cdot \sin \beta - N_{CA} \cdot \sin \alpha = 0$ $\rightarrow 0.243 N_{CF} - 0.148 N_{CA} = 20$ <p>بعد التعويض نحصل على جملة معادلتين ذات مجهولين:</p> $\begin{cases} 0.97 N_{CF} + 0.989 N_{CA} = 0 \dots\dots(1) \\ 0.243 N_{CF} - 0.148 N_{CA} = 20 \dots\dots(2) \end{cases}$ <p>من المعادلة (1) نجد: $N_{CF} = \frac{-0.989 N_{CA}}{0.97}$</p> <p>نعوض في المعادلة (2):</p> $0.243 \cdot \left(\frac{-0.989}{0.97} \right) N_{CA} - 0.148 N_{CA} = 20$ $-0.248 N_{CA} - 0.148 N_{CA} = 20 \rightarrow \boxed{N_{CA} = -50.51 \text{ kN (C)}}$ <p>ومنه:</p> $N_{CF} = \frac{-0.989 N_{CA}}{0.97} \rightarrow N_{CF} = \frac{-0.989 \times (-50.51)}{0.97}$ $\rightarrow \boxed{N_{CF} = 51.50 \text{ kN (T)}}$
	0.5	
	0.5	
	0.5	
	0.5	

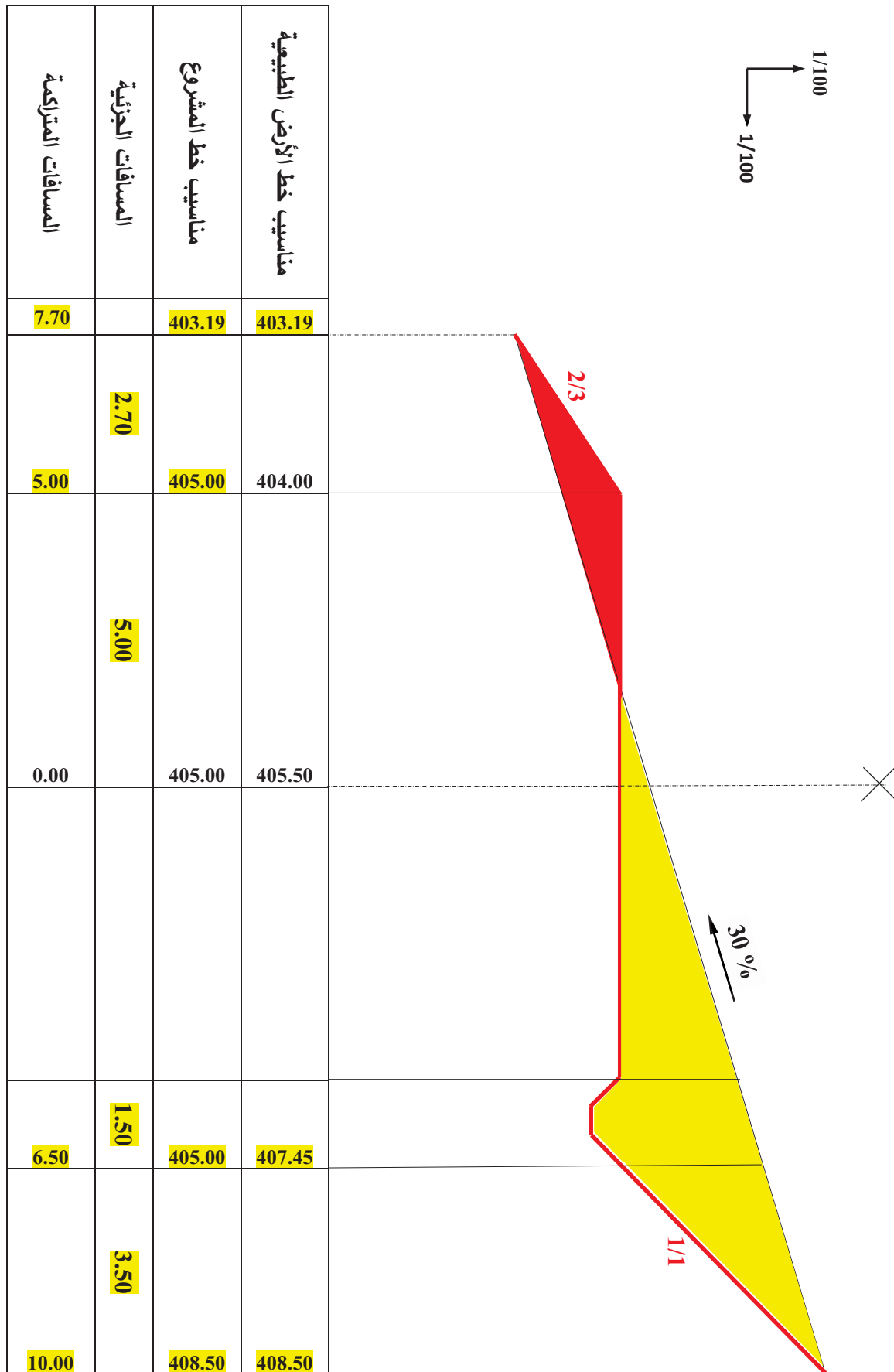
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)																											
مجموع	مجزأة																												
		<p>■ العقدة A:</p> <div></div> $\sum F_{XX'} = 0 \rightarrow N_{AB} - H_A - N_{AC} \cdot \cos \alpha = 0$ $\rightarrow N_{AB} = 20 + (-50.51) \times 0.989$ $\rightarrow \boxed{N_{AB} = -29.95 \text{ kN (C)}}$ $\sum F_{YY'} = 0 \rightarrow N_{AF} + N_{AC} \cdot \sin \alpha + V_A = 0$ $\rightarrow N_{AF} = -(-50.51) \times 0.148 - 32$ $\rightarrow \boxed{N_{AF} = -24.52 \text{ kN (C)}}$																											
	0.5																												
	0.5																												
		<p>■ العقدة F:</p> <div></div> $\sum F_{XX'} = 0 \rightarrow N_{FG} + N_{FB} \cdot \cos \theta - N_{FE} - N_{FC} \cdot \cos \beta = 0$ $\rightarrow N_{FG} + 0.928 N_{FB} - (-20) - (51.50 \times 0.97) = 0$ $\rightarrow N_{FG} + 0.928 N_{FB} = 29.96 \dots\dots (1)$ $\sum F_{YY'} = 0 \rightarrow -50 - N_{FA} - N_{FC} \cdot \sin \beta - N_{FB} \cdot \sin \theta = 0$ $\rightarrow \boxed{N_{FB} = -102.41 \text{ kN (C)}}$ $(1) \rightarrow N_{FG} = 29.96 - 0.928 \times (-102.41)$ $\rightarrow \boxed{N_{FG} = 125 \text{ kN (T)}}$																											
	0.5																												
	0.5																												
		<p>- جدول النتائج:</p> <table><tr><th>N_{FG}</th><th>N_{FB}</th><th>N_{AB}</th><th>N_{AF}</th><th>N_{CF}</th><th>N_{CA}</th><th>N_{EF}</th><th>N_{EC}</th><th>الجهد الناظمي</th></tr><tr><td>125</td><td>102.41</td><td>29.95</td><td>24.52</td><td>51.50</td><td>50.51</td><td>20</td><td>20</td><td>الشدة (kN)</td></tr><tr><td>شد</td><td>انضغاط</td><td>انضغاط</td><td>انضغاط</td><td>شد</td><td>انضغاط</td><td>انضغاط</td><td>انضغاط</td><td>الطبيعة</td></tr></table>	N _{FG}	N _{FB}	N _{AB}	N _{AF}	N _{CF}	N _{CA}	N _{EF}	N _{EC}	الجهد الناظمي	125	102.41	29.95	24.52	51.50	50.51	20	20	الشدة (kN)	شد	انضغاط	انضغاط	انضغاط	شد	انضغاط	انضغاط	انضغاط	الطبيعة
	N _{FG}	N _{FB}	N _{AB}	N _{AF}	N _{CF}	N _{CA}	N _{EF}	N _{EC}	الجهد الناظمي																				
	125	102.41	29.95	24.52	51.50	50.51	20	20	الشدة (kN)																				
	شد	انضغاط	انضغاط	انضغاط	شد	انضغاط	انضغاط	انضغاط	الطبيعة																				
0.25																													
	<p>(4) التحقق من مقاومة مقطع المجنب:</p> $\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{N_{\max}}{2S} \leq \bar{\sigma}$ $\rightarrow \frac{125 \times 10^2}{2 \times 4.5} \leq 1600$ $\rightarrow 1388.89 < 1600$ <p>إذن مقطع المجنب آمن واقتصادي</p>																												
0.25																													
04.25																													
01																													
07																													

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
01		<p>النشاط الثاني:</p> <p>(1) حساب ردود الأفعال:</p>  <p>0.25 $\sum F_{/XX'} = 0 \rightarrow H_A = 0$</p> <p>0.25 $\sum F_{/YY'} = 0 \rightarrow V_A - F - (q.L) = 0$ $\rightarrow V_A = 30 + (10 \times 1.4)$ $\rightarrow V_A = 44 \text{ kN}$</p> <p>0.5 $\sum M_{/A} = 0 \rightarrow M_A - (F \times 0.8) - (q \times L \times \frac{L}{2}) = 0$ $\rightarrow M_A = (30 \times 0.8) + (10 \times 1.4 \times 0.7)$ $\rightarrow M_A = 33,8 \text{ kN.m}$</p> <p>(2) كتابة معادلات الجهد والقاطع وعزم الانحناء:</p> <p style="text-align: right;">$0 \leq x \leq 0.6$ ■</p> <p>0.25 $T(x) = -q.x \rightarrow T(x) = -10x$</p> <p>0.125 $\times 2$ $\begin{cases} x = 0 \rightarrow T(0) = 0 \\ x = 0.6 \rightarrow T(0.6) = -6 \text{ kN} \end{cases}$</p> <p>0.25 $M_f(x) = -q(x \cdot \frac{x}{2}) \rightarrow M_f(x) = -5x^2$</p> <p>0.125 $\times 2$ $\begin{cases} x = 0 \rightarrow M_f(0) = 0 \\ x = 0.6 \rightarrow M_f(0.6) = -1.8 \text{ kN.m} \end{cases}$</p> 

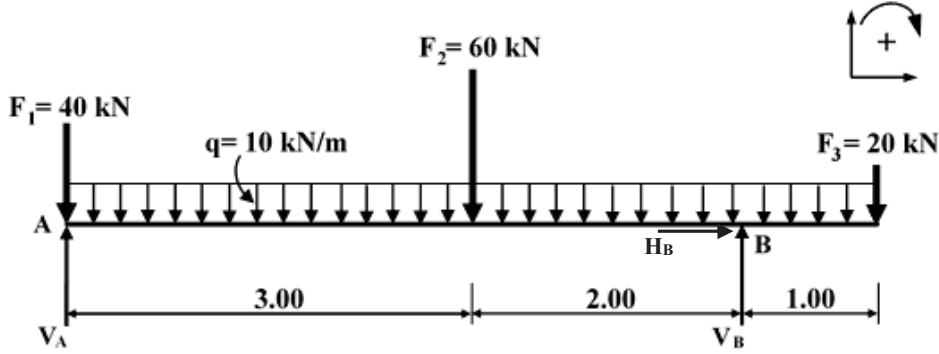
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
		<p style="text-align: right;">▪ $0.6 \leq x \leq 1.4$</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>الجزء المقطوع على اليسار</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>الجزء المقطوع على اليمين</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">- الطريقة الأولى: الجزء المقطوع على اليسار:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p>0.25</p> <p>0.125 ×2</p>  <p>0.25</p> <p>0.125 ×2</p> </div> <div style="width: 50%;"> $T(x) = -q \cdot x - F \rightarrow \boxed{T(x) = -10x - 30}$ $\begin{cases} x = 0.6 \rightarrow T(0.6) = -36 \text{ kN} \\ x = 1.4 \rightarrow T(1.4) = -44 \text{ kN} \end{cases}$ $M_f(x) = -q \left(x \cdot \frac{x}{2} \right) - F(x - 0.6)$ $\rightarrow \boxed{M_f(x) = -5x^2 - 30x + 18}$ $\begin{cases} x = 0.6 \rightarrow M_f(0.6) = -1.8 \text{ kN.m} \\ x = 1.4 \rightarrow M_f(1.4) = -33.8 \text{ kN.m} \end{cases}$ </div> </div> <p style="text-align: right;">- الطريقة الثانية: الجزء المقطوع على اليمين:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%;"> $T(x) = q(1.4 - x) - V_A \rightarrow \boxed{T(x) = -10x - 30}$ $\begin{cases} x = 0.6 \rightarrow T(0.6) = -36 \text{ kN} \\ x = 1.4 \rightarrow T(1.4) = -44 \text{ kN} \end{cases}$ $M_f(x) = -q \frac{(1.4 - x)^2}{2} + V_A(1.4 - x) - M_A$ $\rightarrow \boxed{M_f(x) = -5x^2 - 30x + 18}$ $\begin{cases} x = 0.6 \rightarrow M_f(0.6) = -1.8 \text{ kN.m} \\ x = 1.4 \rightarrow M_f(1.4) = -33.8 \text{ kN.m} \end{cases}$ </div> </div> <p style="text-align: right; background-color: yellow;">ملاحظة: تُعتمد إحدى الطريقتين فقط.</p>

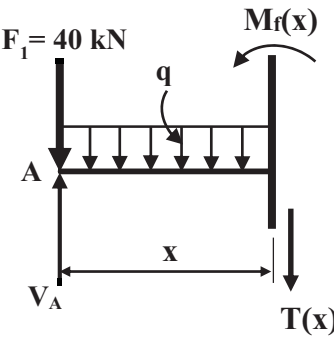
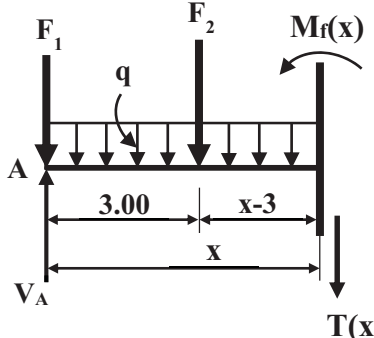
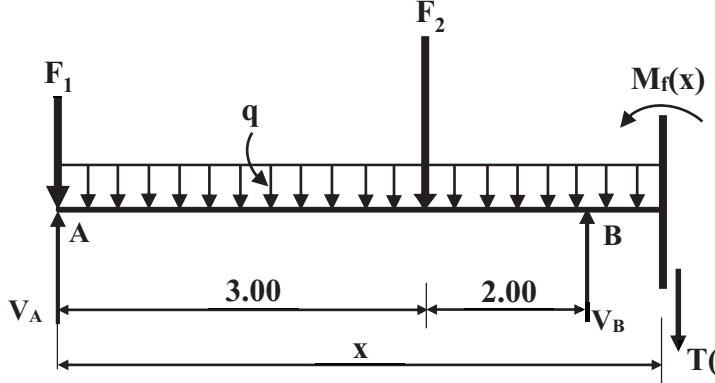
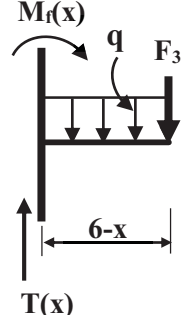
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
		<p>(3) المنحنيات البيانية للجهد القاطع وعزم الانحناء:</p> <p>The diagram shows a horizontal beam of total length 1.40m. A uniformly distributed load $q = 10 \text{ kN/m}$ acts downwards over the first 0.60m. A point load $F = 30 \text{ kN}$ acts downwards at $x = 0.60\text{m}$. The beam is fixed at the right end ($x = 1.40\text{m}$), where reaction forces M_A and V_A are shown. Below the beam, two graphs are plotted against the horizontal axis x:</p> <ul style="list-style-type: none"> Shear Force $T(x)$ graph: The vertical axis is labeled $T(x)$. The graph starts at 0 at $x = 0$, decreases linearly to -36 at $x = 0.60$, jumps to -44 at $x = 0.60$ (indicated by a vertical line), and then increases linearly to 0 at $x = 1.40$. The area under the graph is shaded with vertical lines and marked with a negative sign (-). Bending Moment $M_f(x)$ graph: The vertical axis is labeled $M_f(x)$. The graph starts at 0 at $x = 0$, follows a parabolic curve to -1.8 at $x = 0.60$, and then follows a cubic curve to -33.8 at $x = 1.40$. The area under the graph is shaded with vertical lines and marked with a negative sign (-).

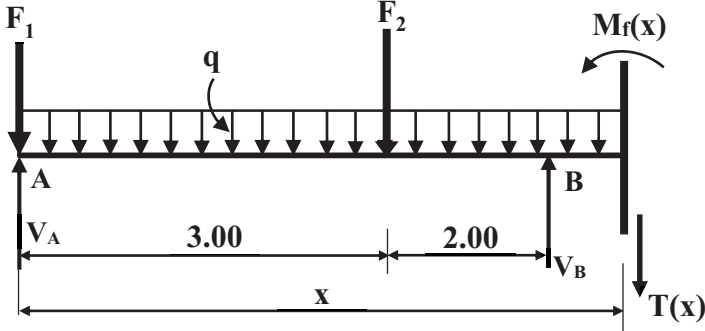
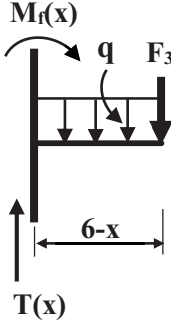
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
0.25	0.125 ×2	<p>(4) استنتاج القيم العظمى للجهد القاطع وعزم الانحناء: من المنحنيات البيانية نستنتج:</p> <p>$T_{\max} = 44 \text{ kN} ; M_{f\max} = 33.8 \text{ kN.m}$</p> <p>(5) تحديد المجنب الآمن والاقتصادي:</p> $\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f\max}}{W_{/XX'}} \leq \bar{\sigma}$ $\rightarrow W_{/XX'} \geq \frac{M_{f\max}}{\bar{\sigma}}$ $\rightarrow W_{/XX'} \geq \frac{33.8 \times 10^4}{1600}$ $\rightarrow W_{/XX'} \geq 211.25$ <p>من الجدول نختار $W_{/XX'} = 252 \text{ cm}^3$ ومنه المجنب الآمن والاقتصادي IPE220.</p>
		البناء:
		النشاط الأول:
		الجدول:
		<p>0.25×3 - مناسب خط الأرض الطبيعية:</p> <p>0.125×5 - مناسب خط المشروع:</p> <p>0.25×3 - المسافات الجزئية:</p> <p>0.5×2 - المسافات الأفقية على اليمين و على اليسار</p> <p>0.125×5 - المسافات المتراكمة:</p>
0.75	0.25	الرسم:
05	0.25	<p>0.25×3 - رسم خط الأرض الطبيعية:</p> <p>0.125×2 - رسم خط المشروع:</p> <p>0.5 - تمثيل ميل خط الأرض الطبيعية:</p> <p>0.25 - تمثيل مناطق الحفر والردم:</p>
03.75	0.25	
01.25	0.25	
05	0.25	



العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الأول)
مجموع	مجزأة	
		النشاط الثاني:
0.5	0.5	1) تصنيف الجسر من حيث الشكل: الشكل (5) يمثل جسر ذو روافد مستقيمة
0.5	0.5	2) تسمية العناصر من 1 إلى 6:
01.5	0.25×6	1: الأساس (أو قاعدة أساس) 3: جدار جبهي (أو أمامي) 5: جهاز استناد 2: رافدة رابطة (أو عارضة رابطة) 4: جدار راجع 6: بلاطة انتقالية ملاحظة: يمكن قبول إجابة المترشح في حال تسمية أحد العنصرين 3 أو 4 بـ "المتكأ"
		3) دور العنصر رقم 5 والعنصر رقم 6:
	0.5	• دور العنصر رقم 5: هو توزيع الحمولات على مناطق الارتكاز، كما تسمح بحركة انسابية أو دورانية لروافد سطح الجسر دون حدوث أي احتكاك إلى جانب امتصاص الصدمات الناتجة عن سير العربات.
	0.5	• دور العنصر رقم 6: هو حماية تربة الردم خلف المتكأ من الهبوط التفاضلي، وضمان استمرارية السير في بداية ونهاية الجسر (تدعيم الردم خلف المتكأ).
01		
03		
20		

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		<p>الميكانيك المطبقة:</p> <p>النشاط الاول:</p> <p>1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B:</p>  <p>0.25 $\sum F_{XX'} = 0 \rightarrow H_B = 0$</p> <p>$\sum F_{YY'} = 0 \rightarrow V_A + V_B = F_1 + F_2 + F_3 + (q \cdot L)$</p> <p>$\rightarrow V_A + V_B = 40 + 60 + 20 + (10 \times 6)$</p> <p>$\rightarrow V_A + V_B = 180 \text{ kN}$</p> <p>$\sum M_B = 0 \rightarrow -(F_1 \times 5) - (F_2 \times 2) - (q \times 6 \times 2) + (F_3 \times 1) + (V_A \times 5) = 0$</p> <p>$\rightarrow V_A = \frac{200 + 120 + 120 - 20}{5}$</p> <p>0.5 $\rightarrow V_A = 84 \text{ kN}$</p> <p>$\sum M_A = 0 \rightarrow (F_2 \times 3) + (F_3 \times 6) + (q \times 6 \times 3) - (V_B \times 5) = 0$</p> <p>$\rightarrow V_B = \frac{180 + 120 + 180}{5}$</p> <p>0.5 $\rightarrow V_B = 96 \text{ kN}$</p> <p>$V_A + V_B = 84 + 96 = 180 \text{ kN}$ ومنه العلاقة محققة</p>
01.25		

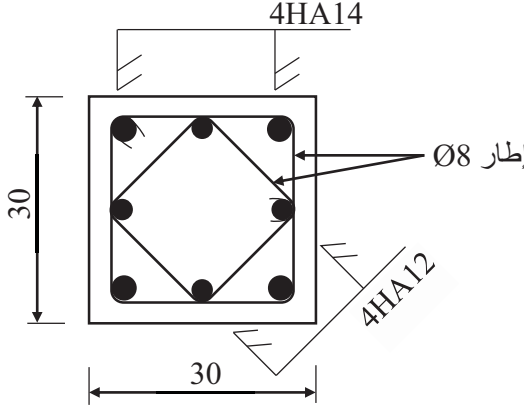
العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		<p>(2) كتابة معادلات الجهد القاطع وعزم الانحناء:</p> <p>■ $0 \leq x \leq 3$</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> $T(x) = V_A - F_1 - q \cdot x \rightarrow \boxed{T(x) = -10x + 44}$ $\begin{cases} x = 0 \rightarrow T(0) = 44 \text{ kN} \\ x = 3 \rightarrow T(3) = 14 \text{ kN} \end{cases}$ $M_f(x) = V_A \cdot x - F_1 \cdot x - q(x \cdot \frac{x}{2})$ $\rightarrow \boxed{M_f(x) = -5x^2 + 44x}$ $\begin{cases} x = 0 \rightarrow M_f(0) = 0 \\ x = 3 \rightarrow M_f(3) = 87 \text{ kN.m} \end{cases}$ </div> </div> <p>■ $3 \leq x \leq 5$</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> $T(x) = V_A - F_1 - F_2 - q \cdot x$ $\rightarrow \boxed{T(x) = -10x - 16}$ $\begin{cases} x = 3 \rightarrow T(3) = -46 \text{ kN} \\ x = 5 \rightarrow T(5) = -66 \text{ kN} \end{cases}$ $M_f(x) = V_A \cdot x - F_1 \cdot x - F_2(x - 3) - q(x \cdot \frac{x}{2})$ $\rightarrow \boxed{M_f(x) = -5x^2 - 16x + 180}$ $\begin{cases} x = 3 \rightarrow M_f(3) = 87 \text{ kN.m} \\ x = 5 \rightarrow M_f(5) = -25 \text{ kN.m} \end{cases}$ </div> </div> <p>■ $5 \leq x \leq 6$</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <p>الجزء المقطوع على اليسار</p> <p>الجزء المقطوع على اليمين</p> </div>

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
03		<p>- الطريقة الأولى: الجزء المقطوع على اليسار:</p>  <p> $T(x) = V_A - F_1 - F_2 - q \cdot x + V_B \rightarrow \boxed{T(x) = -10x + 80}$ $\begin{cases} x = 5 \rightarrow T(5) = 30 \text{ kN} \\ x = 6 \rightarrow T(6) = 20 \text{ kN} \end{cases}$ $M_f(x) = V_A \cdot x - F_1 \cdot x - F_2(x - 3) - q \cdot \frac{x^2}{2} + V_B(x - 5)$ $\rightarrow \boxed{M_f(x) = -5x^2 + 80x - 300}$ $\begin{cases} x = 5 \rightarrow M_f(5) = -25 \text{ kN.m} \\ x = 6 \rightarrow M_f(6) = 0 \end{cases}$ </p>
	0.25	
	0.125 ×2	
	0.25	
	0.125 ×2	
		<p>- الطريقة الثانية: الجزء المقطوع على اليمين:</p>  <p> $T(x) = q \cdot (6 - x) + F_3 \rightarrow \boxed{T(x) = -10x + 80}$ $\begin{cases} x = 5 \rightarrow T(5) = 30 \text{ kN} \\ x = 6 \rightarrow T(6) = 20 \text{ kN} \end{cases}$ $M_f(x) = q \frac{(6 - x)^2}{2} - F_3(6 - x)$ $\rightarrow \boxed{M_f(x) = -5x^2 + 80x - 300}$ $\begin{cases} x = 5 \rightarrow M_f(5) = -25 \text{ kN.m} \\ x = 6 \rightarrow M_f(6) = 0 \end{cases}$ </p> <p>ملاحظة: تُعتمد إحدى الطريقتين فقط.</p> <p>- نقاط مساعدة على الرسم: (في المجال الثاني)</p> <p>$M_f(x) = 0 \rightarrow x = 4.61 \text{ m}$</p>

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		<p>(3) المنحنيات البيانية للجهد القاطع وعزم الانحناء:</p> <p>The diagram shows a beam AB of length 5.00 m. A uniformly distributed load $q = 10 \text{ kN/m}$ acts downwards. Point loads are $F_1 = 40 \text{ kN}$ at A, $F_2 = 60 \text{ kN}$ at 3.00 m from A, and $F_3 = 20 \text{ kN}$ at B. The shear force diagram $T(x)$ starts at 44 kN at A, decreases linearly to 14 kN at 3.00 m, then drops to -46 kN at 3.00 m. It continues to decrease linearly to -66 kN at 5.00 m, then jumps to 20 kN at B and decreases linearly to 0 at B. The bending moment diagram $M(x)$ starts at 0 at A, increases parabolically to a maximum of 87 kNm at 3.00 m, then decreases parabolically to -25 kNm at 5.00 m, and finally jumps to 0 at B. The area under the shear force diagram is shaded with vertical lines, and the area under the bending moment diagram is shaded with diagonal lines.</p>
01.5	0.25×3 0.25×3	

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
0.75	0.25	<p>(4) تحديد المجنب الآمن والاقتصادي:</p> $\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f \max}}{W_{/XX'}} \leq \bar{\sigma}$ $\rightarrow W_{/XX'} \geq \frac{M_{f \max}}{\bar{\sigma}}$
	0.25	$\rightarrow W_{/XX'} \geq \frac{87 \times 10^4}{1600}$ $\rightarrow W_{/XX'} \geq 543.75$
	0.25	<p>من الجدول نختار $W_{/XX'} = 557.1 \text{ cm}^3$ ومنه المجنب الآمن والاقتصادي IPE300.</p>
	0.25	<p>(5) التحقق من مقاومة مقطع الرافدة المقترح:</p> $\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f \max}}{W_{/XX'}} \leq \bar{\sigma}$ $\rightarrow \frac{M_{f \max} \cdot Y_{\max}}{I_{/XX'}} \leq \bar{\sigma}$ $\rightarrow \frac{M_{f \max} \cdot \frac{h}{2}}{\frac{bh^3}{12}} \leq \bar{\sigma}$
	0.25	$\rightarrow \frac{6M_{f \max}}{bh^2} \leq \bar{\sigma}$ $\rightarrow \frac{6 \times 87 \times 10^4}{10 \times 20^2} \leq 1400$
0.5	0.125	$\rightarrow 1305 < 1400$
	0.125	<p>إذن المقاومة محققة</p>
07		

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		النشاط الثاني:
		1) حساب مقطع التسليح الطولي للشد:
		أ - الحالة الحدية النهائية ELU:
		• مقاومة الفولاذ:
	0.5	$f_{su} = \frac{f_c}{\gamma_s} \rightarrow f_{su} = \frac{400}{1.15} \rightarrow \boxed{f_{su} = 347.83 \text{ MPa}}$
		• مقطع التسليح:
	0.5	$A_u = \frac{N_u}{f_{su}} \rightarrow A_u = \frac{220 \times 10^2}{347.83 \times 10} \rightarrow \boxed{A_u = 6.32 \text{ cm}^2}$
		ب - الحالة الحدية للتشغيل ELS:
		• مقاومة الخرسانة للشد:
	0.5	$f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28} \rightarrow f_{t28} = 0.6 + (0.06 \times 30)$ $\rightarrow \boxed{f_{t28} = 2.4 \text{ MPa}}$
		• الاجهاد المسموح به للفولاذ:
		$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} f_c ; 90 \sqrt{f_{t28} \cdot \eta} \right\}$
		$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{1}{2} \times 400 ; 90 \sqrt{2.4 \times 1.6} \right\}$
		$\bar{\sigma}_s = \min \{ 200 ; 176.36 \}$
	0.5	$\boxed{\bar{\sigma}_s = 176.36 \text{ MPa}}$
		• مقطع التسليح:
		$A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}_s} \rightarrow A_{ser} = \frac{160 \times 10^2}{176.36 \times 10}$
	0.5	$\rightarrow \boxed{A_{ser} = 9.07 \text{ cm}^2}$
		ت - مقطع التسليح النظري:
	0.5	$A = \max(A_u ; A_{ser}) \rightarrow A = \max(6.32 ; 9.07) \rightarrow \boxed{A = 9.07 \text{ cm}^2}$

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
03.5	0.5	<p>ث- مقطع التسليح الحقيقي: من الجدول نختار:</p> $4HA14 + 4HA12 \rightarrow A_s = 6.15 + 4.52 = 10.67 \text{ cm}^2$ <p>ملاحظة: للأستاذ المصحح واسع النظر في قبول باقي الخيارات.</p>
	0.5	<p>(2) التحقق من شرط عدم الهشاشة:</p> $A_s \cdot f_e \geq B \cdot f_{t28} \rightarrow 10.67 \times 400 \geq (30 \times 30) \times 2.4$ $\rightarrow 4268 > 2160$ <p>شرط عدم الهشاشة محقق</p>
01	01	<p>(3) رسم تسليح مقطع الشد:</p> 
05		

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		<p>البناء :</p> <p>النشاط الأول:</p> <p>(1) حساب السميت الإحداثي G_{OD} والمسافة L_{OD} :</p> <p>أ - السميت الاحداثي G_{OD} :</p> <p>0.25 $\Delta X_{OD} = X_D - X_O = 170 - 100 \rightarrow \boxed{\Delta X_{OD} = 70 \text{ m}}$</p> <p>0.25 $\Delta Y_{OD} = Y_D - Y_O = 108 - 100 \rightarrow \boxed{\Delta Y_{OD} = 8 \text{ m}}$</p> <p>0.25 $\text{tg}(g) = \frac{ \Delta X_{OD} }{ \Delta Y_{OD} } = \frac{70}{8} = 8.75 \rightarrow \boxed{g = 92.76 \text{ gr}}$</p> <p>0.25 $\left. \begin{array}{l} \Delta X_{OD} > 0 \\ \Delta Y_{OD} > 0 \end{array} \right\} \rightarrow G_{OD} = g \rightarrow \boxed{G_{OD} = 92.76 \text{ gr}}$</p> <p>01</p> <p>ب - المسافة L_{OD} :</p> <p>0.25 $L_{OD} = \sqrt{(\Delta X_{OD})^2 + (\Delta Y_{OD})^2} = \sqrt{70^2 + 8^2}$</p> <p>0.25 $\boxed{L_{OD} = 70.46 \text{ m}}$</p> <p>0.5</p> <p>(2) حساب الإحداثيات القائمة للنقطة A :</p> <p>0.25 $X_A = X_O + \Delta X_{OA} = X_O + (L_{OA} \cdot \sin G_{OA})$</p> <p>$X_A = 100 + [95.131 \times \sin(55.685)]$</p> <p>0.25 $\rightarrow \boxed{X_A = 173 \text{ m}}$</p> <p>0.25 $Y_A = Y_O + \Delta Y_{OA} = Y_O + (L_{OA} \cdot \cos G_{OA})$</p> <p>$Y_A = 100 + [95.131 \times \cos(55.685)]$</p> <p>0.25 $\rightarrow \boxed{Y_A = 161 \text{ m}}$</p> <p>ومنه: A(173 ; 161)</p> <p>01</p>

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)
مجموع	مجزأة	
		<p>(3) حساب مساحة قطعة الأرض (ABCD) باستعمال الإحداثيات القطبية:</p> $S_{ABCD} = \frac{1}{2} \sum [L_n \cdot L_{n+1} \cdot \sin(G_{n+1} - G_n)]$ $S_{ABCD} = \frac{1}{2} \left[L_{OA} \cdot L_{OB} \cdot \sin(G_{OB} - G_{OA}) + L_{OB} \cdot L_{OC} \cdot \sin(G_{OC} - G_{OB}) + \right. \\ \left. L_{OC} \cdot L_{OD} \cdot \sin(G_{OD} - G_{OC}) + L_{OD} \cdot L_{OA} \cdot \sin(G_{OA} - G_{OD}) \right]$ $S_{ABCD} = \frac{1}{2} \left[95.131 \times 150.306 \times \sin(72 - 55.685) + \right. \\ \left. 150.306 \times 134.733 \times \sin(87.155 - 72) + \right. \\ \left. 134.733 \times 70.46 \times \sin(92.76 - 87.155) + \right. \\ \left. 70.46 \times 95.131 \times \sin(55.685 - 92.76) \right]$ $S_{ABCD} = 2774 \text{ m}^2$
01.25		<p>(4) التحقق من مساحة قطعة الأرض (ABCD) باستعمال الإحداثيات القائمة:</p> $S_{ABCD} = \frac{1}{2} \sum [X_n \cdot (Y_{n-1} - Y_{n+1})]$ $S_{ABCD} = \frac{1}{2} \left[X_A \cdot (Y_D - Y_B) + X_B \cdot (Y_A - Y_C) + \right. \\ \left. X_C \cdot (Y_B - Y_D) + X_D \cdot (Y_C - Y_A) \right]$ $S_{ABCD} = \frac{1}{2} \left[173 \times (108 - 164) + 236 \times (161 - 127) + \right. \\ \left. 232 \times (164 - 108) + 170 \times (127 - 161) \right]$ $S_{ABCD} = 2774 \text{ m}^2$
05		النشاط الثاني:
01	0.25×4	(1) تسمية العناصر: 1: أساس 2: بلاطة (أو رافدة) 3: جدار (أو عمود) 4: فاصل الراحة
0.5	0.5	(2) دور العنصر 2: الفصل بين مستويات المبنى واستقبال الحمولات وتوزيعها نحو الروافد.
0.5		ملاحظة: في حالة اختيار الإجابة رافدة للعنصر 2 ، يكون دورها إيصال القوى المسلطة عليها نحو الأعمدة و الربط بين المساند.
	0.25	(3) حساب ارتفاع القائمة h:
0.75	0.5	من الشكل (4) نستنتج أن $H = 3.40 \text{ m}$ ومنه: $h = \frac{H}{n} = \frac{340}{20} \rightarrow h = 17 \text{ cm}$
	0.25	(4) استنتاج عرض النائمة g:
0.75	0.5	حسب علاقة بلوندا: $2h + g = 64$ ومنه: $g = 64 - (2 \times 17) \rightarrow g = 30 \text{ cm}$
03		
20		