الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي — الدورة: 2026

الشعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية) — المدة: 04 سا و30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأوّل

يحتوي الموضوع على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 7 إلى الصفحة 3 من 7)

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النّشاط الأوّل: التّحريضات البسيطة (05 نقاط)

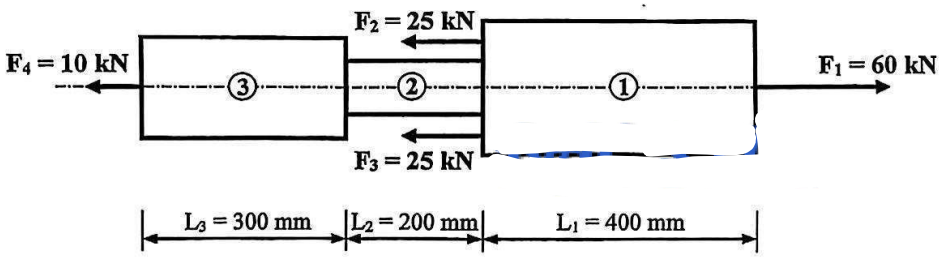
قضيب خاضع لمجموعة من القوى، يتكون من ثلاث أجزاء أسطوانية حسب الشّكل (1):

- الجزء (1): من الفولاذ قطر مقطعه العرضي $D_1 = 40\ mm$.
- الجزء (2): من الفولاذ قطر مقطعه العرضي $D_2 = 16\ mm$.
- الجزء (3): من النحاس قطر مقطعه العرضي $D_3 = 30\ mm$.

يُعطى معامل المرونة الطولي:

- الفولاذ: $E_a = 2.1 \times 10^6\ daN/cm^2$.
- النحاس: $E_{cu} = 1.26 \times 10^6\ daN/cm^2$.

ملاحظة: محصّلة القوتين F_2 وF_3 تنطبق على المحور المركزي للقضيب.



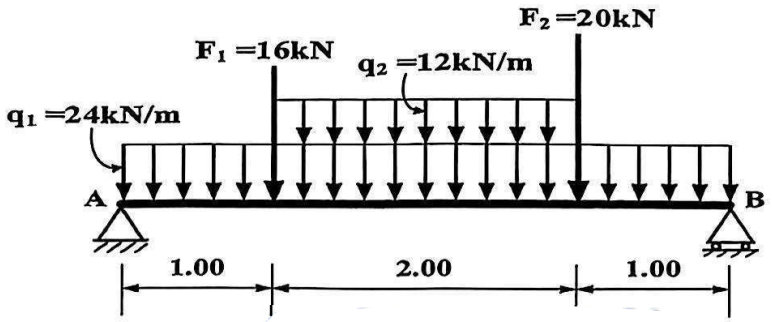
الشكل (1)

العمل المطلوب:

1) احسب الجهد النّاظمي (N) في كل جزء من القضيب.
2) احسب الإجهاد النّاظمي (σ) في كل جزء من القضيب.
3) احسب التّشوه المُطلق الكلّي (ΔL) للقضيب.
4) ارسم مخطط تغيّرات الإجهاد النّاظمي على طول القضيب.

النّشاط الثّاني: الانحناء المستوي البسيط (07 نقاط)

رافدة معدنية من نوع IPE مُحمّلة حسب الشّكل(2)، ترتكز على مسندين: (A) مسند مزدوج و(B) مسند بسيط.



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 الرّافدة.

3) ارسم المنحنيين البيانيين للجهد القاطع $T(x)$ ولعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرّافدة.

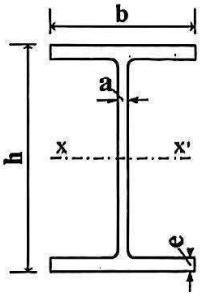
4) استنتج قيمة عزم الانحناء الأعظمي $M_{f\,max}$.

5) حدّد من الجدول المرفق المجنب IPE الآمن والاقتصادي علمًا أنّ:

- عزم الانحناء الأعظمي: $M_{fmax} = 84.01\ kN.m$
- الإجهاد النّاظمي المسموح به: $\overline{\sigma} = 1600\,daN/cm^2$

الجدول المرفق:

التعيين	الأبعاد				المقطع	بالنسبة لـ (xx')	
	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	S (cm^2)	$I_{/xx'}$ (cm^4)	$W_{/xx'}$ (cm^3)
IPE 220	220	110	5,9	9,2	33,4	2772	252
IPE 240	240	120	6,2	9,8	39,12	3892	324,3
IPE 270	270	135	6,6	10,2	45,94	5790	428,9
IPE 300	300	150	7,1	10,7	53,81	8356	557,1
IPE 330	330	160	7,5	11,5	62,61	11770	713,1
IPE 360	360	170	8	12,7	72,73	16270	903,6
IPE 400	400	180	8,6	13,5	84,46	23130	1156

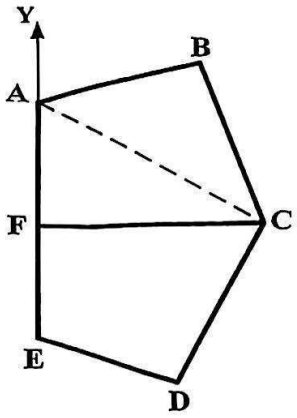


المقطع العرضي لمجنب IPE

البناء: (08 نقاط)

النّشاط الأول: عموميات حول الطّبوغرافيا (05 نقاط)

قطعة أرض صناعية (ABCDE) مُوضّحة في الشّكل (3)، أُقترح تقسيمها إلى قطعتين (ABCF) و(FCDE) من أجل إنجاز مصنعين. فقام الطبوغرافي بمجموعة من القياسات وتحصّل على النتائج المدونة في الجداول المرفقة:



الشكل (3)

النقاط	X (m)	Y (m)
A	300	450
B	480	500
C	550	300
D	450	100
E	300	150

المسافات الأفقية
$L_{AB} = 186.815$ m
$L_{AC} = 291.55$ m

السموت الاحداثية
$G_{AB} = 82.75$ gr
$G_{AC} = 134.40$ gr

العمل المطلوب:

1) احسب (Y_F) ترتيب النقطة F حتى تكون المساحة $S_{FCDE} = 35000\ m^2$ علمًا أنّ: $X_F = X_A$.

2) احسب الطول L_{AF} واستنتج السمت الإحداثي G_{AF}، إذا علمت أنّ:

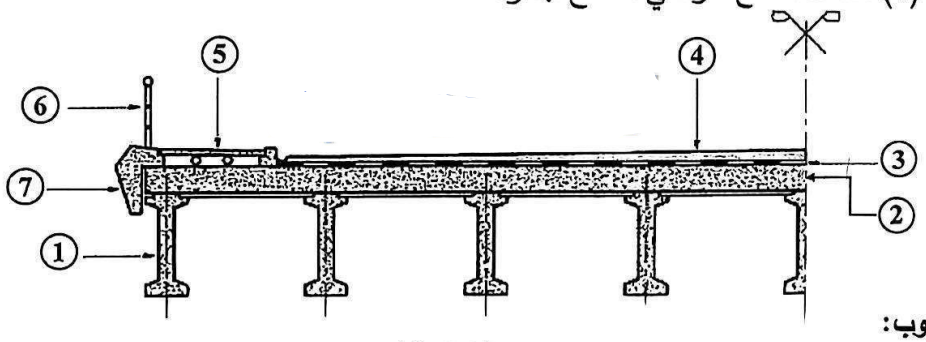
- ترتيب النقطة F: $Y_F = 290$ m

3) احسب المساحة S_{ABCF} باستعمال الإحداثيات القطبية.

4) احسب المساحة S_{ABCDE} باستعمال الإحداثيات القائمة.

النّشاط الثّاني: الجسور (03 نقاط)

يُمثّل الشّكل (4) نصف مقطع عرضي لسطح جسر.



الشكل (4)

العمل المطلوب:

1) صنّف الجسر من حيث الشّكل.

2) سمِّ العناصر المرقمة من 1 إلى 7.

3) حدّد دور كل من العنصرين: 3 و7.

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثّاني

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 4 من 7 إلى الصفحة 7 من 7)

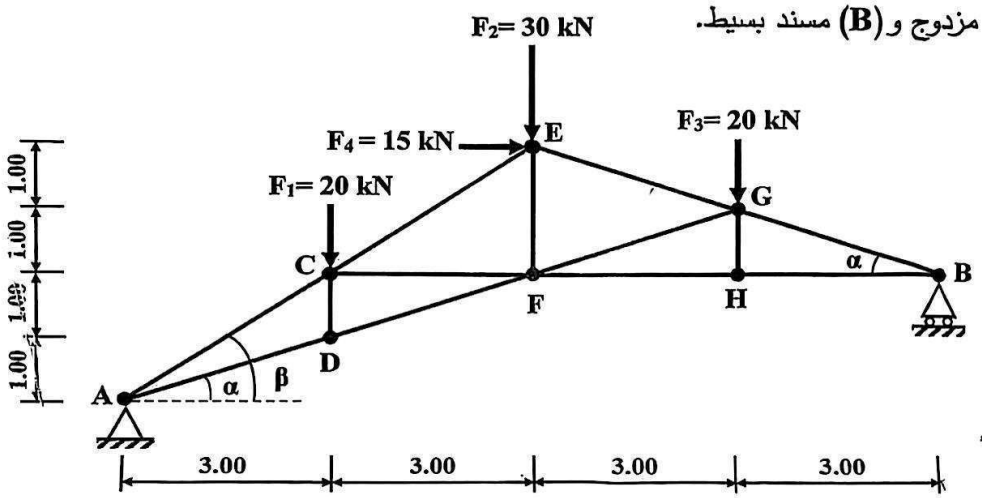
الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النّشاط الأوّل: الأنظمة المثلثية (07 نقاط)

نظام مثلثي مُحدّد سكونيًا يتكون من مُجنبات زاوية مزدوجة (⊥⊥)، مُحمَّل حسب الشّكل (1) ويرتكز على مسندين: (A) مسند مزدوج و(B) مسند بسيط.

يعطى:

$$\begin{cases}\cos\alpha = 0.9487\\ \sin\alpha = 0.3162\end{cases} \qquad \begin{cases}\cos\beta = 0.8321\\ \sin\beta = 0.5547\end{cases}$$



الشكل (1)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.

2) احسب الجهود الدّاخلية في القضبان **BH**، **BG**، **HF**، **HG**، **AD**، **AC** بطريقة عزل العقد مُبيّنًا طبيعتها مع تدوين النتائج في جدول.

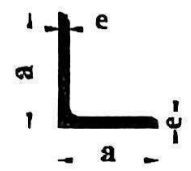
3) حدّد من الجدول المُرفق مُجنب الزاوية الآمن والاقتصادي إذا علمت أنّ:

- القضيب AD خاضع لجهد ناظمي أعظمي: $N_{max} = 126.50\ kN$
- الإجهاد النّاظمي المسموح به: $\overline{\sigma} = 1600\,daN/cm^2$

4) احسب التشوه المطلق (ΔL) للقضيب AD علمًا أنّ معامل المرونة الطولي: $E = 2.1\times10^5\ MPa$

الجدول المرفق:

التعيين	الأبعاد		المقطع	بالنسبة لـ (x'x')	
L	**a** (mm)	**e** (mm)	**S** (cm^2)	$I_{x'x'}$ (cm^4)	$W_{Ax'x'}$ (cm^3)
35×35×3.5	35	3.5	2,39	2,66	1,06
40×40×4	40	4	3,08	4,47	1,55
45×45×4,5	45	4,5	3,9	7,15	2,2
50×50×5	50	5	4,8	10,96	3,05
60×60×6	60	6	6,91	22,79	5,29



المقطع العرضي لمجنب الزاوية

النّشاط الثّاني: الخرسانة المسلّحة (05 نقاط)

شدّاد من الخرسانة المسلحة ذو مقطع مستطيل $(40\times30)\ cm^2$، خاضع لقوة شد مركزية.

المعطيات:

- الحمولات المطبقة: $Q = 0.1\ MN\ ;\ G = 0.2\ MN$
- الفولاذ من نوع HA: $f_e = 400\,MPa\ ;\ \gamma_S = 1.15\ ;\ \eta = 1.6$
- مقاومة الخرسانة للانضغاط: $f_{c28} = 30MPa$
- حالة التشققات: **ضارة جدًا**.

العمل المطلوب:

1) حدّد مقطع التسليح الطولي للشدّاد.
2) تحقّق من شرط عدم الهشاشة.
3) اقترح رسمًا لتسليح مقطع الشدّاد. (تُعطى مسافة التغليف: $c = 5\ cm$)

- العلاقات الضرورية للحساب:

$$N_{ser} = G + Q\ \ ;\ \ A_s \times f_e \geq B \times f_{t28}\ \ ;\ \ \overline{\sigma}_{st} = \min\left\{\frac{2}{3}f_e ;\ 110\sqrt{\eta \times f_{t28}}\right\}$$

$$A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\overline{\sigma}_{st}}\ \ ;\ \ A = \max\left(A_u\ ;\ A_{ser}\right)\ \ ;\ \ N_u = 1.35G + 1.5Q\ \ ;\ \ f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

$$\overline{\sigma}_{st} = \min\left\{\frac{1}{2}f_e ;\ 90\sqrt{\eta \times f_{t28}}\right\}\ \ ;\ \ f_{t28} = 0.6 + (0.06 \times f_{c28})\ ;\ \ A_u = \frac{N_u}{f_{su}}$$

- جدول التّسليح:

مقاطع التسليح بـ (cm^2) لعدد من القضبان									
عدد القضبان / القطر (mm)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85
12	2.26	3.39	4.52	5.65	6.79	7.92	9.05	10.18	11.31
14	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.85	15.39
16	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.10	20.11
20	6.28	9.42	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.27	31.42

البناء: (08 نقاط)

النّشاط الأوّل: المُنشأ العلوي (03 نقاط)

تُعتبر الأرضيات عنصرًا هامًا في منشآت البناء.

العمل المطلوب:

1) حدّد دور الأرضيات.
2) صَنّف الأرضيات المصبوبة.

النّشاط الثّاني: الطرق (05 نقاط)

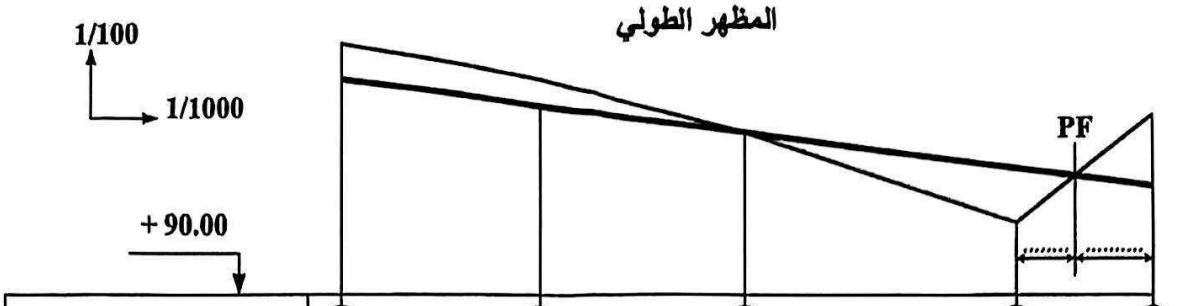
جزء من مشروع طريق مُمثّل بمظهره الطولي وبأحد مظاهره العرضية P_3 حسب الوثيقة المرفقة (صفحة 7 من 7).

العمل المطلوب: على الوثيقة المرفقة (صفحة 7 من 7) يُطلب ما يلي:

1) أتمم المظهر الطولي.
2) أتمم ملء جدول المظهر العرضي P3.

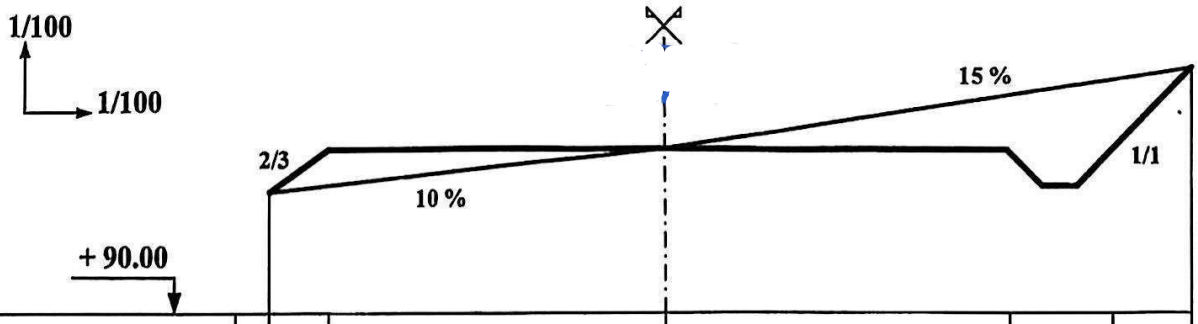
ملاحظة: الوثيقة المرفقة (صفحة 7 من 7) تُسلّم مع أوراق الإجابة.

المظهر الطولي



أرقام المظاهر		1	2	3	4	5
مناسيب خط التربة الطبيعية	93.50		93.00	92.25	91.00	92.50
مناسيب خط المشروع	93.00		.....	92.25	.....	91.50
المسافات الجزئية		30.00	30.00	.....	20.00	
المسافات المتراكمة	0.00		30.00	60.00	.....	.....
ميول خط المشروع		..... % L = ...				
التراصفات والمنعرجات		L = 60 m		R =81.89 m α =28° L =.....		L = 20 m

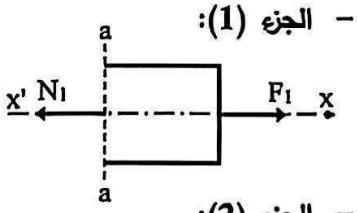
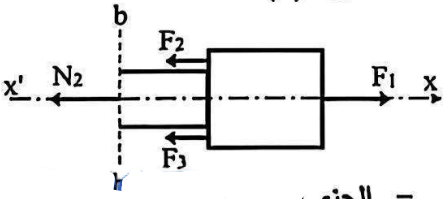
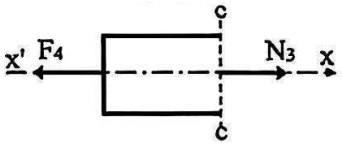
المظهر العرضي P3

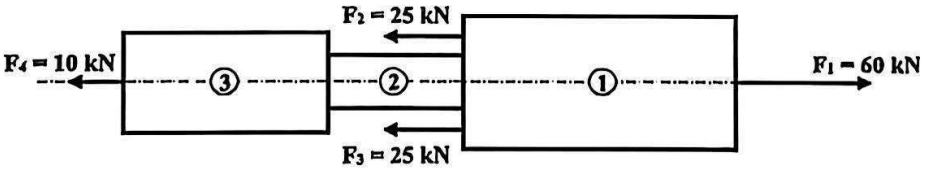
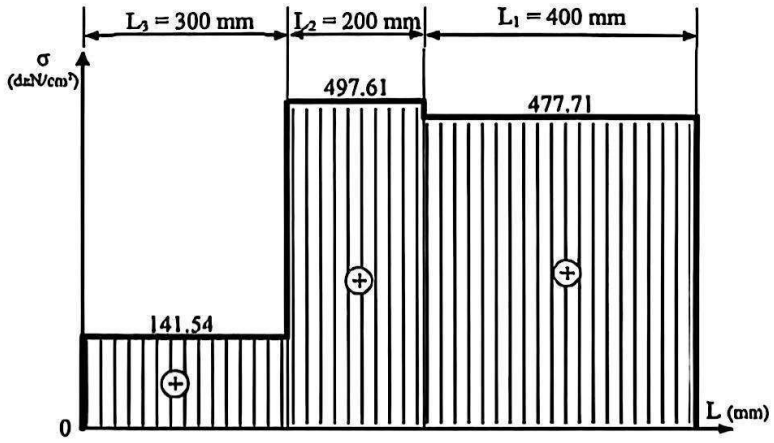


مناسيب خط التربة الطبيعية	.....	.....	.....	.....	.....	.....
مناسيب خط المشروع	.....	92.25	92.25	92.25	92.25	.....
المسافات الجزئية		.....	5.00	5.00	1.50	.....
المسافات المتراكمة	.....	5.00	0.00	5.00	6.50	.....

الوثيقة المرفقة: تُسلَّم مع أوراق الإجابة

انتهى الموضوع الثّاني

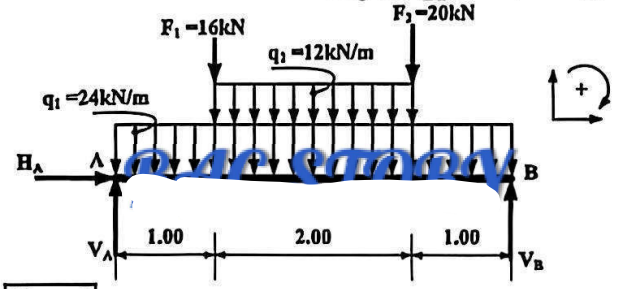
عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الميكانيك المطبقة:		
النّشاط الأوّل: التحريضات البسيطة		
1) حساب الجهد الناظمي في كل جزء من القضيب:		
- **الجزء (1):** 		
$\sum F_{/xx'} = 0 \Leftrightarrow F_1 - N_1 = 0$	0.25	
$\Rightarrow N_1 = F_1 \Rightarrow \boxed{N_1 = 60\,kN}$	0.25	
- **الجزء (2):** 		
$\sum F_{/xx'} = 0 \Leftrightarrow F_1 - N_2 - F_2 - F_3 = 0$	0.25	
$\Rightarrow N_2 = F_1 - F_2 - F_3 \Rightarrow \boxed{N_2 = 10\,kN}$	0.25	
- **الجزء (3):** 		
$\sum F_{/xx'} = 0 \Leftrightarrow N_3 - F_4 = 0$	0.25	
$\Rightarrow N_3 = F_4 \Rightarrow \boxed{N_3 = 10\,kN}$	0.25	**01.50**
2) حساب الاجهاد الناظمي في كل جزء من القضيب:		
- **الجزء (1):** $\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} \Rightarrow \sigma_1 = \frac{N_1}{\frac{\pi \cdot D_1^2}{4}} \Rightarrow \sigma_1 = \frac{4N_1}{\pi \cdot D_1^2}$	0.25	
$\Rightarrow \sigma_1 = \frac{4 \times 60 \times 10^2}{3.14 \times (4)^2}$		
$\Rightarrow \boxed{\sigma_1 = 477.71\,daN/cm^2}$	0.25	
- **الجزء (2):** $\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} \Rightarrow \sigma_2 = \frac{N_2}{\frac{\pi \cdot D_2^2}{4}} \Rightarrow \sigma_2 = \frac{4N_2}{\pi \cdot D_2^2}$	0.25	
$\Rightarrow \sigma_2 = \frac{4 \times 10 \times 10^2}{3.14 \times (1.6)^2}$		
$\Rightarrow \boxed{\sigma_2 = 497.61\,daN/cm^2}$	0.25	
- **الجزء (3):** $\sigma_3 = \frac{N_3}{S_3} \Rightarrow \sigma_3 = \frac{N_3}{\frac{\pi \cdot D_3^2}{4}} \Rightarrow \sigma_3 = \frac{4N_3}{\pi \cdot D_3^2}$	0.25	

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
$\Rightarrow \sigma_3 = \dfrac{4\times10\times10^2}{3.14\times(3)^2}$		
$\Rightarrow \boxed{\sigma_3 = 141.54\,daN/cm^2}$	0.25	01.50
3) حساب التشوه المطلق الكلي (ΔL) للقضيب:		
$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3$	0.25	
$\Delta L_1 = \dfrac{N_1\times L_1}{S_1\times E_a} \Rightarrow \Delta L_1 = \dfrac{60\times10^2\times40}{\frac{\pi.4^2}{4}\times2.1\times10^6} \Rightarrow \boxed{\Delta L_1 = 9.1\times10^{-2}\,mm}$	0.125×2	
$\Delta L_2 = \dfrac{N_2\times L_2}{S_2\times E_a} \Rightarrow \Delta L_2 = \dfrac{10\times10^2\times20}{\frac{\pi.(1.6)^2}{4}\times2.1\times10^6} \Rightarrow \boxed{\Delta L_2 = 4.74\times10^{-2}\,mm}$	0.125×2	
$\Delta L_3 = \dfrac{N_3\times L_3}{S_3\times E_{co}} \Rightarrow \Delta L_3 = \dfrac{10\times10^2\times30}{\frac{\pi.(3)^2}{4}\times1.26\times10^6} \Rightarrow \boxed{\Delta L_3 = 3.37\times10^{-2}\,mm}$	0.125×2	
$\Delta L = 9.1\times10^{-2} + 4.74\times10^{-2} + 3.37\times10^{-2} \Rightarrow \boxed{\Delta L = 17.21\times10^{-2}\,mm}$	0.25	01.25
4) رسم مخطط تغيرات الاجهاد الناصمي على طول القضيب:		
		
	0.25×3	0.75
سلم الرسم: 1 cm ⟶ 100 mm 1 cm ⟶ 100 daN/cm²		
		05.00

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجه

النّشاط الثاني: الانحناء المستوي البسيط

1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B:



0.25 $\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow \boxed{H_A = 0}$

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow \boxed{V_A + V_B = 156kN}$

$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow (q_1 \times 4 \times 2) + (F_1 \times 1) + (q_2 \times 2 \times 2) + (F_2 \times 3) - (V_B \times 4) = 0$

0.50 $\Rightarrow V_B = \dfrac{(24\times4\times2)+(16\times1)+(12\times2\times2)+(20\times3)}{4} \Rightarrow \boxed{V_B = 79kN}$

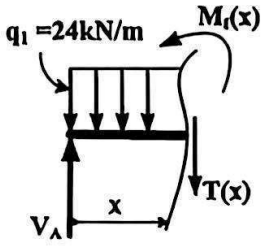
$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow (V_A \times 4) - (q_1 \times 4 \times 2) - (F_1 \times 3) - (q_2 \times 2 \times 2) - (F_2 \times 1) = 0$

0.50 $\Rightarrow V_A = \dfrac{(24\times4\times2)+(16\times3)+(12\times2\times2)+(20\times1)}{4} \Rightarrow \boxed{V_A = 77kN}$

01.25 التحقق: $V_A + V_B = 156kN \Rightarrow \boxed{77+79=156kN}$ محققة

2) كتابة معادلات الجهد القاطع $T(x)$ و عزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرّافدة:

القطع 1 – 1: $0 \le x \le 1.00$



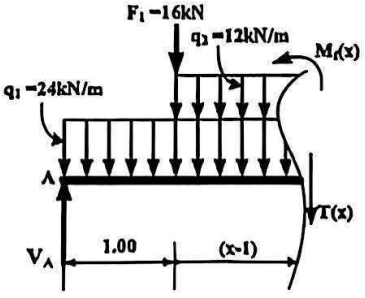
0.25 $T(x) = -q_1.x + V_A \Rightarrow \boxed{T(x) = -24x + 77}$

0.25 $\Rightarrow \begin{cases} T(0) = 77kN \\ T(1) = 53kN \end{cases}$

0.25 $M_f(x) = -q_1.\dfrac{x^2}{2} + V_A.x \Rightarrow \boxed{M_f(x) = -12x^2 + 77x}$

0.25 $\Rightarrow \begin{cases} M_f(0) = 0 \\ M_f(1) = 65kN.m \end{cases}$

القطع 2 – 2: $1 \le x \le 3.00$



0.25 $T(x) = V_A - q_1.x - q_2.(x-1) - F_1 \Rightarrow \boxed{T(x) = -36x + 73}$

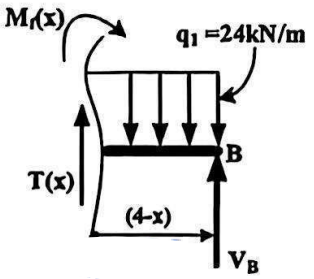
0.25 $\Rightarrow \begin{cases} T(1) = 37kN \\ T(3) = -35kN \end{cases}$

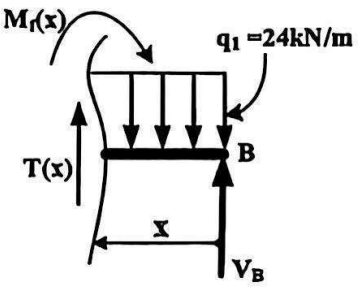
$M_f(x) = V_A.x - q_1.\dfrac{x^2}{2} - q_2.\dfrac{(x-1)^2}{2} - F_1.(x-1)$

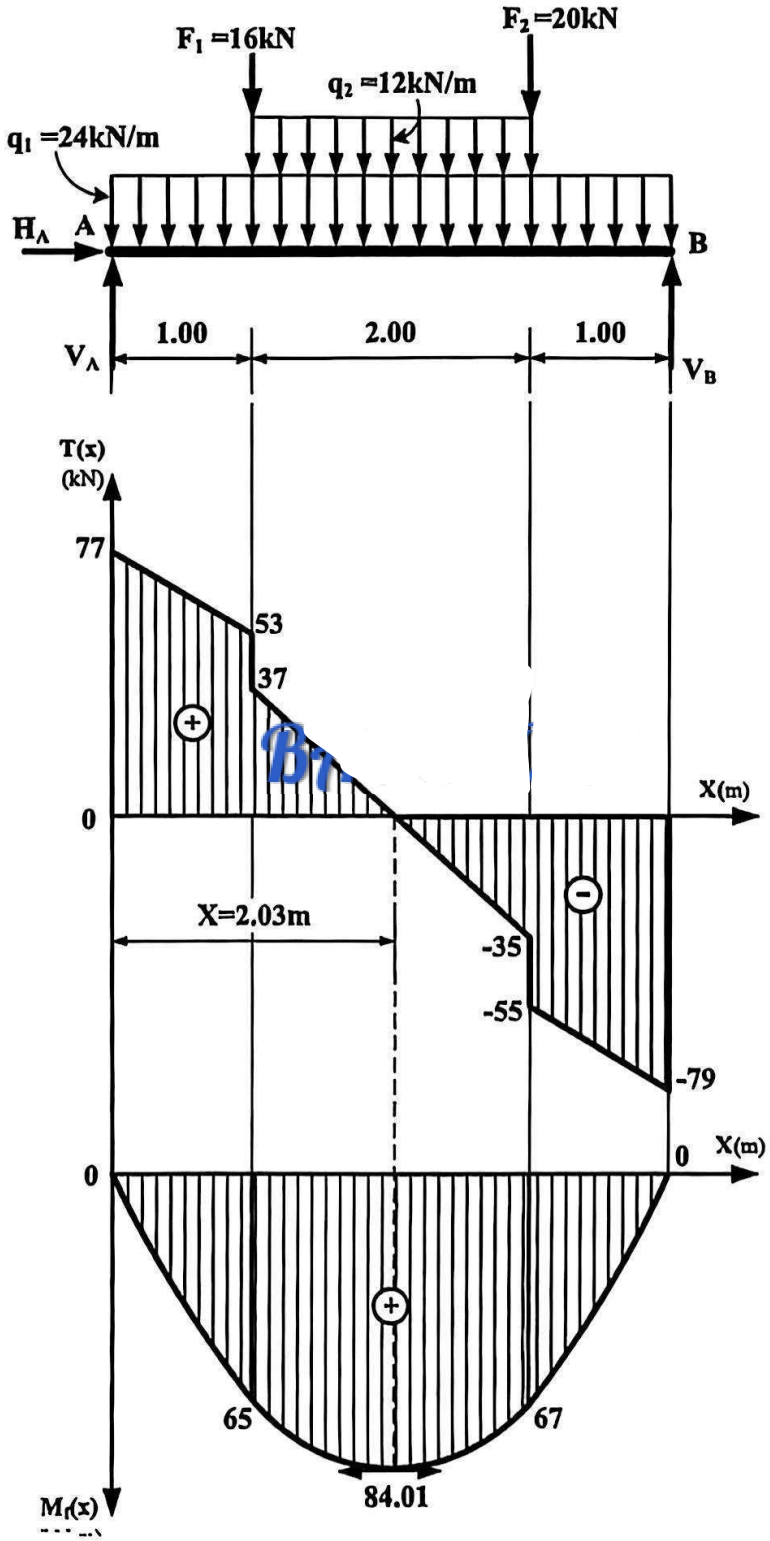
0.25 $\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -18x^2 + 73x + 10}$

0.25 $\Rightarrow \begin{cases} M_f(1) = 65kN.m \\ M_f(3) = 67kN.m \end{cases}$

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجمو
- حساب القيمة الحدية لعزم الانحناء :		
$\left.\begin{matrix}T(1)>0\\T(3)<0\end{matrix}\right\}\Rightarrow T(x)=0\Rightarrow -36x+73=0\Rightarrow \boxed{x=2.03\,m}$	0.125	
$\Rightarrow M_f(2.03)=\boxed{84.01kN.m}$	0.125	
القطع 3 – 3: القطع على اليمين		
الطريقة الأولى: $3\le x\le 4.00$		
$T(x)=-V_B+q_1.(4-x)\Rightarrow \boxed{T(x)=-24x+17}$	0.25	
$\Rightarrow\begin{cases}T(3)=-55kN\\T(4)=-79kN\end{cases}$	0.25	
$M_f(x)=V_B.(4-x)-q_1.\dfrac{(4-x)^2}{2}$		
$\Rightarrow \boxed{M_f(x)=-12x^2+17x+124}$	0.25	
$\Rightarrow\begin{cases}M_f(3)=67kN.m\\M_f(4)=0\end{cases}$	0.25	03.25
الطريقة الثانية: $0\le x\le 1.00$		
$T(x)=-V_B+q_1.x\Rightarrow \boxed{T(x)=24x-79}$		
$\Rightarrow\begin{cases}T(0)=-79kN\\T(1)=-55kN\end{cases}$		
$M_f(x)=V_B.x-q_1.\dfrac{x^2}{2}\Rightarrow \boxed{M_f(x)=-12x^2+79x}$		
$\Rightarrow\begin{cases}M_f(0)=0\\M_f(1)=67kN.m\end{cases}$		
ملاحظة: بالنسبة للقطع 3–3 يمكن اعتماد إحدى الطريقتين الموضحتين سابقًا (على اليمين) أو إختيار القطع على اليسار مع الاحتفاظ على نفس سلم التنقيط.		





عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
3) رسم المنحنيين البيانيين للجهد القاطع T(x) و عزم الانحناء $M_f(x)$:		
	0.25×3 0.25×3	01.50

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
4) استنتاج قيمة عزم الانحناء الأعظمي M_{fmax}:		
من المنحنى البياني لتغيرات عزم الانحناء على طول الرافدة نستنتج أنّ: $M_{fmax} = 84.01\ kN.m$	0.25	**0.25**
5) تحديد المجنب IPE الآمن والاقتصادي:		
$\sigma_{max} \le \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{M_{fmax}}{W_{/xx'}} \le \bar{\sigma} \Rightarrow W_{/xx'} \ge \frac{M_{fmax}}{\bar{\sigma}}$	0.25	
$\Rightarrow W_{/xx'} \ge \frac{84.01\times10^4}{1600} \Rightarrow \boxed{W_{/xx'} \ge 525.06\,cm^3}$	0.25	
من الجدول نختار $W_{/xx'} = 557.1\ cm^3$ ومنه المجنب الأمن والاقتصادي **IPE300**	0.25	**0.75**
		07.00
البناء:		
النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا		
1) حساب (Y_F) ترتيب النقطة F.		
$S_{FCDE} = \frac{1}{2}\sum X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})$	0.25	
$S_{FCDE} = \frac{1}{2}\left[X_F(Y_E - Y_C) + X_C(Y_F - Y_D) + X_D(Y_C - Y_E) + X_E(Y_D - Y_F)\right]$	0.25	
$35000\times2 = 300(150-300) + 550(Y_F - 100) + 450(300-150) + 300(100 - Y_F)$ $70000 = -45000 + 550Y_F - 55000 + 67500 + 30000 - 300\,Y_F$	0.25	
$72500 = 250 \cdot Y_F \Rightarrow Y_F = \frac{72500}{250} \Rightarrow \boxed{Y_F = 290\,m}$	0.25	**01.00**
2) حساب الطول L_{AF} واستنتاج السمت الاحداثي G_{AF}:		
• **حساب الطول L_{AF}:**		
$\Delta X_{AF} = X_F - X_A \Rightarrow \Delta X_{AF} = 300 - 300 \Rightarrow \Delta X_{AF} = 0$	0.25	
$\Delta Y_{AF} = Y_F - Y_A \Rightarrow \Delta Y_{AF} = 290 - 450 \Rightarrow \Delta Y_{AF} = -160\ m$	0.25	
$L_{AF} = \sqrt{(\Delta X_{AF})^2 + (\Delta Y_{AF})^2} \Rightarrow L_{AF} = \sqrt{(X_F - X_A)^2 + (Y_F - Y_A)^2}$	0.25	
$\Rightarrow L_{AF} = \sqrt{(0)^2 + (-160)^2} \Rightarrow \boxed{L_{AF} = 160\,m}$	0.25	
• **استنتاج السمت الاحداثي G_{AF}:**		
$\left.\begin{matrix}\Delta X_{AF} = 0 \\ \Delta Y_{AF} < 0\end{matrix}\right\} \Rightarrow \boxed{G_{AF} = 200\,gr}$ حالة خاصة	0.50	**01.50**

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
3) حساب المساحة S_{ABCF} باستعمال الاحداثيات القطبية:		
$S_{ABCF}=\frac{1}{2}\sum L_n \times L_{n+1} \times \sin(G_{n+1}-G_n)$	0.25	
$S_{ABCF}=\frac{1}{2}\left[L_{AB} \times L_{AC} \times \sin(G_{AC}-G_{AB})+L_{AC} \times L_{AF} \times \sin(G_{AF}-G_{AC})\right]$	0.25	
$S_{ABCF}=\frac{1}{2}\left[186.815 \times 291.55 \times \sin(134.4-82.75)+291.55 \times 160 \times \sin(200-134.4)\right]$	0.25	
$\boxed{S_{ABCF}=39750.13\,m^2}$	0.25	01.00
4) حساب المساحة S_{ABCDE} باستعمال الاحداثيات القائمة:		
$S_{ABCDE}=\frac{1}{2}\sum X_n \cdot (Y_{n-1}-Y_{n+1})$	0.25	
$S_{ABCDE}=\frac{1}{2}\left[X_A(Y_E-Y_B)+X_B(Y_A-Y_C)+X_C(Y_B-Y_D)+X_D(Y_C-Y_E)+X_E(Y_D-Y_A)\right]$	0.50	
$S_{ABCDE}=\frac{1}{2}\left[\begin{matrix}300(150-500)+480(450-300)+550(500-100)\\+450(300-150)+300(100-450)\end{matrix}\right]$	0.25	
$\boxed{S_{ABCDE}=74750\,m^2}$	0.50	01.50
		05.00
النشاط الثاني: الجسور		
1) تصنيف الجسر من حيث الشكل: جسر ذو روافد (متعدد الروافد).	01.125	01.125
2) تسمية العناصر:		

العنصر 1	العنصر 2	العنصر 3	العنصر 4	العنصر 5	العنصر 6	العنصر 7
الرافدة الرئيسية (الطولية)	بلاطة الجسر	الكتيمية (الكتامة)	طبقة السير (التدحرج)	الرّصيف	الحاجز	الطنف (الكرنيش) أو الإفريز)

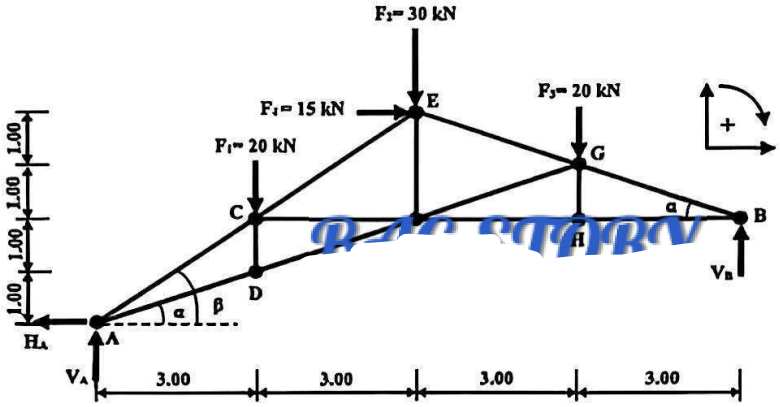
	0.125 ×7	0.875
3) دور كل من العنصرين 3 و7:		
– **دور العنصر 3:** منع نفوذ المياه لبلاطة الجسر.	0.25	
– **دور العنصر 7:** يوضع في الجهة الخارجية للجسر ودوره:		
أ– حماية واجهة سطح الجسر من مياه الأمطار.	0.25×3	
ب–حمل الحواجز الأمنية.		01.00
ج– إعطاء طابع جمالي للجسر.		03.00

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

الميكانيك المطبقة:

النّشاط الأوّل: الأنظمة المثلثية

1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B:



$\sum F_{/xx'}=0 \Rightarrow -H_A+15=0 \Rightarrow \boxed{H_A=15kN}$ — 0.50

$\sum F_{/yy'}=0 \Rightarrow V_A+V_B-20-20-30=0 \Rightarrow \boxed{V_A+V_B=70kN}$

$\sum M_{/A}=0 \Rightarrow -(V_B\times 12)+(F_3\times 9)+(F_2\times 6)+(F_4\times 4)+(F_1\times 3)=0$

$\Rightarrow V_B=\dfrac{(20\times 9)+(30\times 6)+(15\times 4)+(20\times 3)}{12}$

$\Rightarrow \boxed{V_B=40kN}$ — 0.50

$\sum M_{/B}=0 \Rightarrow (V_A\times 12)-(F_1\times 9)+(F_4\times 4)-(F_2\times 6)-(F_3\times 3)=0$

$\Rightarrow V_A=\dfrac{(20\times 9)-(15\times 4)+(30\times 6)+(20\times 3)}{12}$

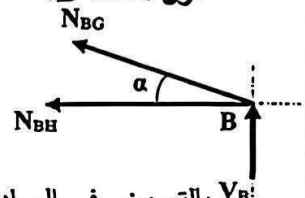
$\Rightarrow \boxed{V_A=30kN}$ — 0.50

للتحقق:

$\sum F_{/yy'}=0 \Rightarrow V_A+V_B=70 \Rightarrow \boxed{30+40=70kN}$ — **01.50**

2) حساب الجهود الداخلية للقضبان:

- **عزل العقدة B:**



$\sum F_{/xx'}=0 \Rightarrow -N_{BH}-N_{BG}.\cos\alpha=0 \Rightarrow \boxed{N_{BH}=-N_{BG}.\cos\alpha}$.....(1)

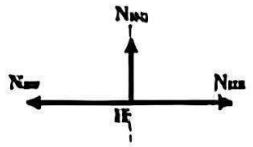
$\sum F_{/yy'}=0 \Rightarrow V_B+N_{BG}.\sin\alpha=0 \Rightarrow N_{BG}=\dfrac{-V_B}{\sin\alpha} \Rightarrow N_{BG}=\dfrac{-40}{0.3162}$

$\Rightarrow \boxed{N_{BG}=126.50kN}$ (انضغاط) — 0.50

بالتعويض في المعادلة (1): $N_{BH}=-(-126.50)\times 0.9487 \Rightarrow \boxed{N_{BH}=120.01kN}$ (شد) — 0.50

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

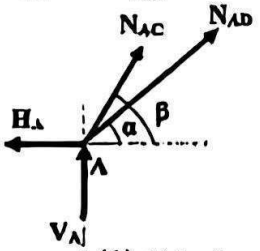
- عزل العقدة H:



0.50 $\sum F_{ox}=0 \Rightarrow N_{HB}-N_{HF}=0 \Rightarrow N_{HF}=N_{HB} \Rightarrow \boxed{N_{HF}=120.01\,kN}$ (شد)

0.50 $\sum F_{oy}=0 \Rightarrow \boxed{N_{HG}=0}$ (تركيبي)

- عزل العقدة A:



$\sum F_{ox}=0 \Rightarrow N_{AD}.\cos\alpha+N_{AC}.\cos\beta-H_A=0$

$\Rightarrow \boxed{0.9487N_{AD}+0.8321N_{AC}=15}$ .....(1)

$\sum F_{oy}=0 \Rightarrow V_A+N_{AD}.\sin\alpha+N_{AC}.\sin\beta=0$

$\Rightarrow \boxed{0.3162N_{AD}+0.5547N_{AC}=-30}$.....(2)

من المعادلة (1) نستخرج N_{AC}:

$$\boxed{N_{AC}=\frac{15-0.9487N_{AD}}{0.8321}} \quad ....(3)$$

نعوض في العلاقة (2):

$$0.3162N_{AD}+0.5547\left[\frac{15-0.9487N_{AD}}{0.8321}\right]=-30$$

$$0.3162N_{AD}+10-0.6324N_{AD}=-30$$

0.50 $-0.3162N_{AD}=-40 \Rightarrow \boxed{N_{AD}=126.50\,kN}$ (شد)

بالتعويض في العلاقة (3) نجد:

$$N_{AC}=\frac{15-0.9487N_{AD}}{0.8321} \Rightarrow N_{AC}=\frac{15-(0.9487\times126.5)}{0.8321}$$

0.50 $\Rightarrow \boxed{N_{AC}=-126.20\,kN}$ (تضغط)

ملاحظة: تقبل باقي الطرق المعتمدة لحل جملة معادلتين ذات مجهولين.

- جدول النتائج:

الجهد	N_{BH}	N_{BG}	N_{HF}	N_{HG}	N_{AD}	N_{AC}
الشدة (kN)	120.01	126.50	120.01	0	126.50	126.20
الطبيعة	شد	انضغاط	جيد	تركيبي	شد	انضغاط

0.50 — 03.50

3) تحديد مجنب الزاوية الأمن والاقتصادي:

0.25 $\sigma_{max} \le \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{N_{max}}{2S} \le \bar{\sigma} \Rightarrow S \ge \frac{N_{max}}{2\bar{\sigma}}$

0.50 $\Rightarrow S \ge \frac{126.50\times10^{1}}{2\times1600} \Rightarrow \boxed{S \ge 3.95\,cm^2}$

0.25 من الجدول نختار $S = 4.8\ cm^2$ ومنه المجنب المناسب: $L(50\times50\times5)$ — 01.00

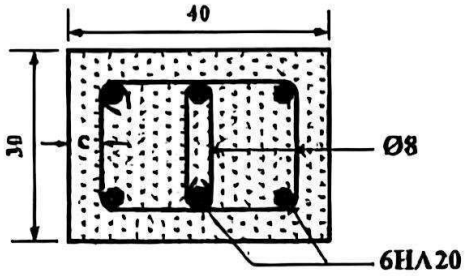
4) حساب التشوه المطلق للقضيب AD:

0.25 $L_{AD}=\sqrt{(3)^2+(1)^2} \Rightarrow \boxed{L_{AD}=3.16\,m}$

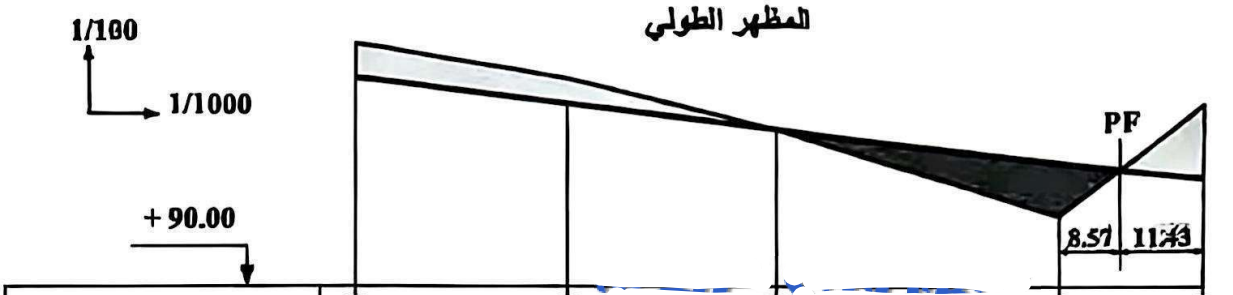
0.25×3 $\Delta L=\frac{N_{AD}\times L_{AD}}{S\times E} \Rightarrow \Delta L=\frac{126.5\times10^{2}\times3.16\times10^{1}}{(2\times4.8)\times2.1\times10^{4}} \Rightarrow \boxed{\Delta L=0.198\,cm=1.98\,mm}$ — 01.00

07.00

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
النشاط الثاني: الخرسانة المسلحة		
1) حساب مقطع التسليح الطولي للشداد:		
أ. الحالة الحدية النهائية: ELU		
• **الجهد الناظمي:**		
$N_u = 1.35G+1.5Q \Rightarrow N_u = 1.35\times0.2+1.5\times0.1 \Rightarrow \boxed{N_u = 0.42MN}$	0.25	
• **الإجهاد المسموح به للفولاذ:**		
$f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} \Rightarrow f_{su} = \frac{400}{1.16} \Rightarrow \boxed{f_{su} = 347.83MPa}$	0.25	
• **مقطع التسليح:**		
$A_u = \frac{N_u}{f_{su}} \Rightarrow A_u = \frac{0.42\times10^4}{347.83} \Rightarrow \boxed{A_u = 12.08cm^2}$	0.50	
ب. الحالة الحدية للمقاومة: ELS		
• **الجهد الناظمي:**		
$N_{ser} = G+Q \Rightarrow N_{ser} = 0.2+0.1 \Rightarrow \boxed{N_{ser} = 0.3MN}$	0.25	
• **مقاومة الخرسانة للشد:**		
$f_{t28} = 0.6+0.06f_{c28} \Rightarrow f_{t28} = 0.6+0.06\times30 \Rightarrow \boxed{f_{t28} = 2.4MPa}$	0.50	
• **الإجهاد المسموح به للفولاذ:**		
$\overline{\sigma_s} = \min\left\{\frac{1}{2}f_e ; 90\sqrt{\eta f_{t28}}\right\} \Rightarrow \overline{\sigma_s} = \min\left\{\frac{1}{2}\times400 ; 90\sqrt{1.6\times2.4}\right\}$		
$\Rightarrow \overline{\sigma_s} = \min\{200 ; 176.36\} \Rightarrow \boxed{\overline{\sigma_s} = 176.36MPa}$	0.50	
• **مقطع التسليح:**		
$A_{ser} = \frac{N_{ser}}{\overline{\sigma}} \Rightarrow A_{ser} = \frac{0.3\times10^4}{176.36} \Rightarrow \boxed{A_{ser} = 17.01cm^2}$	0.50	
ج. مقطع التسليح النظري:		
$A = \max\{A_u ; A_{ser}\} \Rightarrow A = \max\{12.08 ; 17.01\} \Rightarrow \boxed{A = 17.01cm^2}$	0.25	
د. مقطع التسليح الحقيقي:		
من الجدول نختار $A_s = 18.85\ cm^2$ أي **6HA20**	0.50	**03.50**
ملاحظة: تقبل جميع الاقتراحات الصحيحة.		
2) التحقق من شرط عدم الهشاشة:		
$A_s\times f_e \geq B\times f_{t28} \Rightarrow \begin{cases} A_s\times f_e = 18.85\times400 = 7540 \\ B\times f_{t28} = (40\times30)\times2.4 = 2880 \end{cases} \Rightarrow 7540 > 2880$	0.50	
شرط عدم الهشاشة محقق.		**00.50**

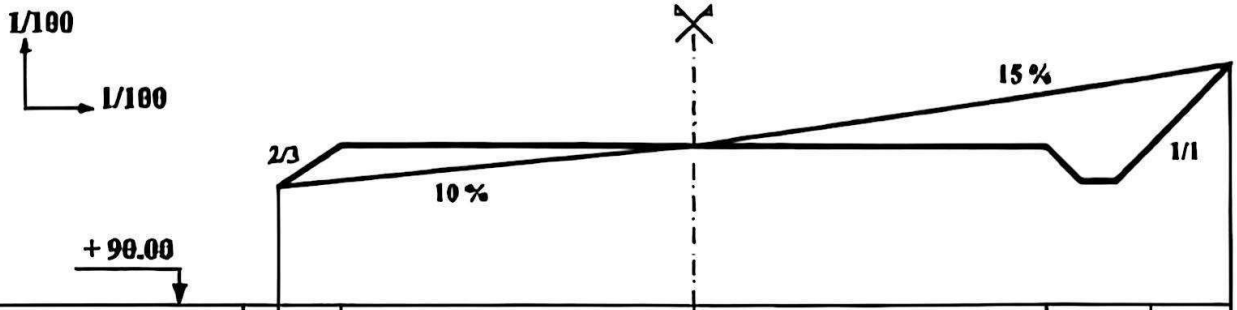
عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
3) رسم مقطع تسليح الشداد: 	01.00	01.00
البناء :		**05.00**
النشاط الأول: المنشأ العلوي		
1) دور الأرضيات:		
- استقبال الحمولات وتوزيعها نحو الروافد.	0.75 ×2	
- الفصل بين مستويات المبنى.		**01.50**
2) تصنيف الأرضيات المصبوبة: تصنف إلى نوعين هما:		
- الأرضيات ذات الأجسام المجوفة.	0.75 ×2	
- الأرضيات ذات البلاطة المملوءة.		**01.50**
النشاط الثاني: الطرق		**03.00**
1) إتمام المظهر الطولي:		
- طول المنعرج:	0.50	
- ميول خط المشروع:	0.50	
- مناسيب خط المشروع:	0.25×2	
- المسافات المتراكمة:	0.125×2	
- مسافات المظهر الوهمي:	0.25×2	
- تحديد مناطق الحفر والردم:	0.125×2	
2) إتمام جدول المظهر العرضي:		**02.50**
- مناسيب خط التربة الطبيعية:	0.25×6	
- المسافات الجزئية:	0.25×2	
- مناسيب خط المشروع:	0.125×2	
- المسافات المتراكمة:	0.125×2	
		02.50
		05.00

المظهر الطولي



أرقام المقاطع		1	2	3	4	5
مناسيب خط التربة الطبيعية	93.50		93.00	92.25	91.00	92.50
مناسيب خط المشروع	93.00		92.625	92.25	91.75	91.50
المسافات الجزئية			30.00	30.00	40.00	20.00
المسافات المتراكمة	0.00		30.00	60.00	100.00	120.00
ميول خط المشروع			1.25 % L = 120 m			
التراصفات والمنعرجات			L = 60 m	R = 81.89 m α = 28° L = 40 m		L = 20 m

المظهر العرضي P3



مناسيب خط التربة الطبيعية	91.66	91.75	92.25	93.00	93.225	93.40
مناسيب خط المشروع	91.66	92.25	92.25	92.25	92.25	93.40
المسافات الجزئية		0.88	5.00	5.00	1.50	1.15
المسافات المتراكمة	5.88	5.00	0.00	5.00	6.50	7.65