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 المثلثية (07 نقاط)

نظام مثلثي محدد سكونيا مكون من مجنبات مزدوجة متساوية الأجنحة (⊥) ومحملة كما في الشكل (01) حيث:

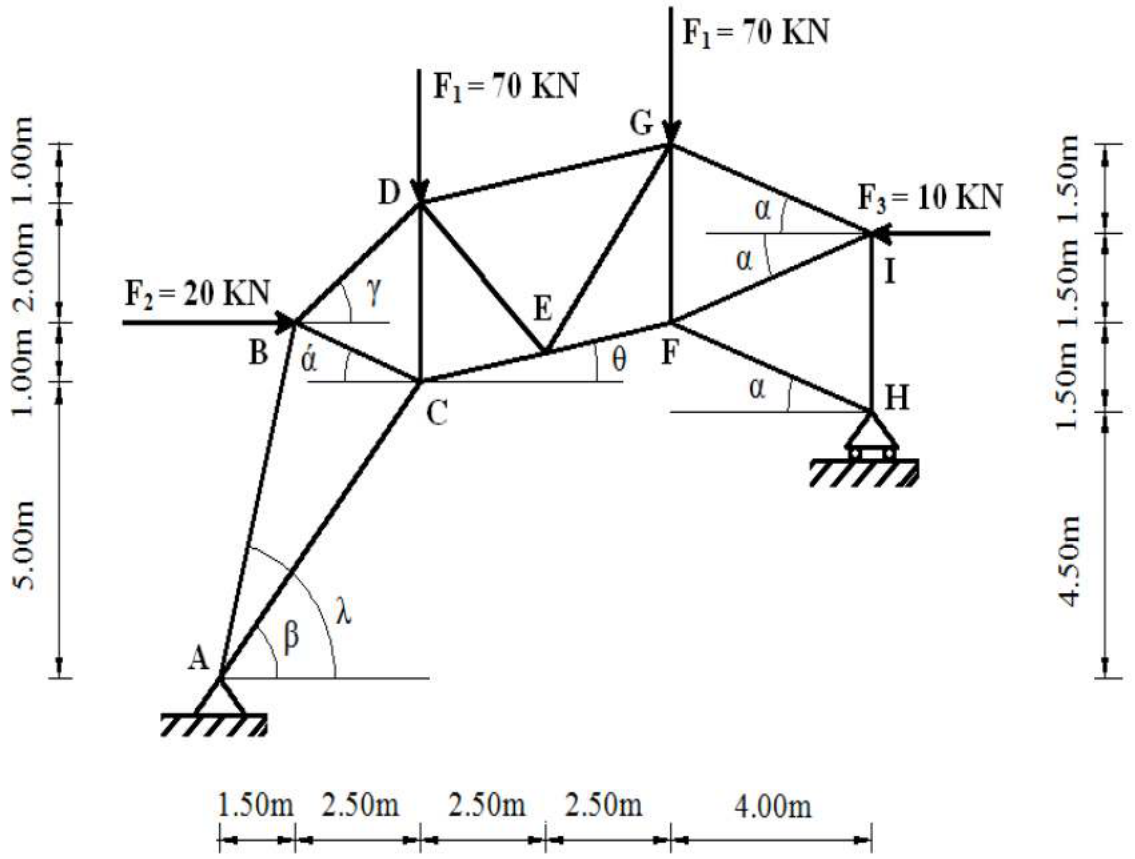
المسند **A**: مزدوج.

المسند **H**: بسيط.

يعطى:

$$\begin{cases}\cos\alpha = 0.9363\\ \sin\alpha = 0.3511\end{cases}$$

$$\begin{cases}\cos\theta = 0.9805\\ \sin\theta = 0.1961\end{cases}$$



الشكل (01)

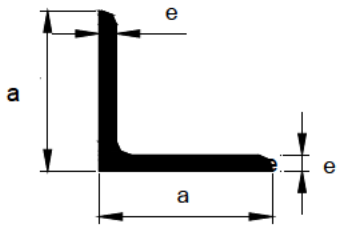
العمل المطلوب:

1) أحسب ردود الأفعال عند المسندين **A** و **H**.

2) أحسب الجهود الداخلية في القضبان: **HI ،HF ،IG ،IF ،FG ، FE** باستعمال طريقة عزل العقد مبينا طبيعتها. (مع تدوين النتائج في جدول).

3) استخرج من الجدول المرفق نوع المجنب اللازم والكافي للمقاومة إذا علمت أن: $N_{BD} = 143.50kN$ والإجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1600 Kgf / cm^2$.

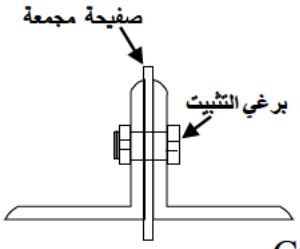
– جدول خصائص المجنبات الزاوية:



الشكل (02)

التسمية	عرض الجناح	سمك الجناح	مساحة المقطع
L(axaxe)	a(mm)	e(mm)	S(cm²)
(35x35x3.5)	35	3.5	2.35
(40x40x4)	40	4	3.08
(50x50x5)	50	5	4.80
(60x60x6)	60	6	6.91
(70x70x7)	70	7	9.40

4) يثبت القضيب الأكثر تحميلا **(N_{BD})** مع بقية القضبان بواسطة صفيحة وأربعة براغي **(n=4)** كما في الشكل (03) إذا علمت أن إجهاد القص المسموح به $\bar{\tau} = 100 Mpa$.



الشكل (03)

- احسب القطر الأدنى للبرغي الذي يحقق المقاومة.

– تعطى أقطار البراغي التجارية: **mm (14–16–18–20–22–24–30-32)**.

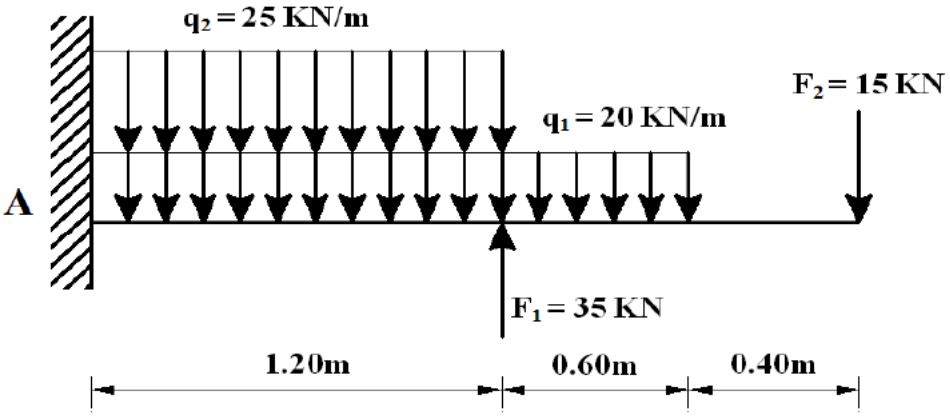
– احسب زاوية القص γ إذا كان معامل المرونة العرضي: $G=0,3 \times 10^6$ Kgf/cm².

5) أحسب قيمة التشوه النسبي (ε) للقضيب **IG** علما أن معامل المرونة الطولي $E = 2.1 \times 10^6 daN/cm^2$.

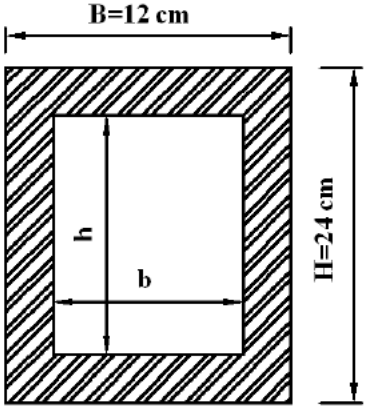
6) أحسب قيمة التشوه المطلق(ΔL) للقضيب **IG**، ماهي طبيعته؟

النشاط الثاني: الإنحناء البسيط المستوي (05 نقاط)

نريد دراسة رافدة فولاذية موثوقة ذات مقطع مركب كما هو مبين في الشكل (04) تتلقى حمولات ممثلة بالشكل الميكانيكي الموضح في الشكل (05):



الشكل (05)



الشكل (04)

العمل المطلوب:

1) أحسب ردود الأفعال عند المسند الموثوق **A**.
2) اكتب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الإنحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
3) ارسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع $T(x)$ وعزم الإنحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
4) استخرج القيم القصوى T_{max} و M_{fmax}.
5) إذا علمت أن: **h= 2b**:
   - الإجهاد الناظمي المسموح به $\bar{\sigma} = 1600\, Kgf\ /\ cm^2$.
   - حدد الأبعاد الداخلية لمقطع الرافدة (h ; b) حتى يتحقق شرط المقاومة.

البناء (08 نقطة)

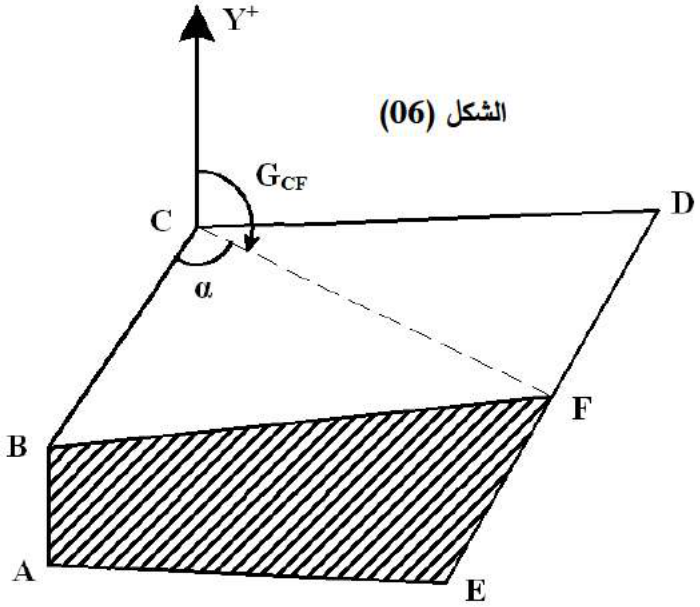
النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (05 نقاط)

لبناء مؤسسة تربوية، تم اختيار قطعة الأرض الممثلة في الشكل (06) التالي:

المعطيات:

A (–67; – 40) , B (–67; –7) , C (–25; +55) , D (+105; +60) , E (+45; – 45) ,

$\alpha = 109.674Gr$, $G_{FB} = 293.522Gr$, $L_{FB} = 142.74m$, $S_{FBC} = 4097.50\ m^2$



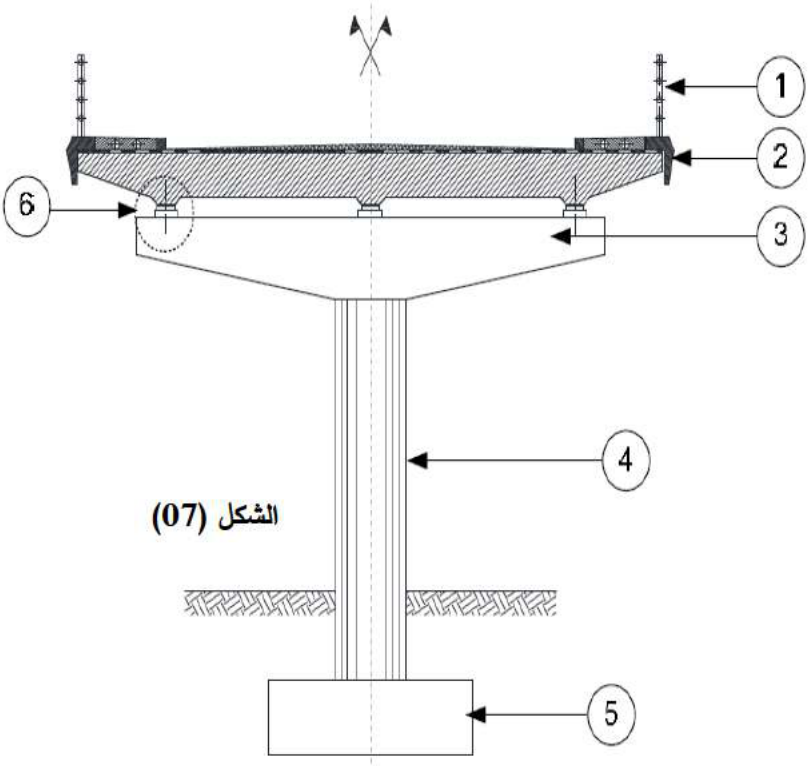
الشكل (06)

العمل المطلوب:

1) أحسب السمت الإحداثي G_{CB}.
2) أحسب طول الضلع L_{FC} .
3) أحسب الإحداثيات القائمة للنقطة **F**.
4) أحسب مساحة قطعة الأرض **ABFE** باستعمال طريقة الإحداثيات القائمة.

النشاط الثاني: الجسور (03 نقاط)

قام مكتب الدراسات للأشغال العمومية بإنجاز مخطط المقطع العرضي للجسر المبين في الشكل (07).



الشكل (07)

العمل المطلوب:

1) صنف الجسر الممثل في الشكل (07) من حيث الشكل.
2) سم العناصر المشار إليها بالأرقام من 1 إلى 6.
3) أذكر دور العناصر المرقمة 1 و2 و6.

انتهى الموضوع الأول

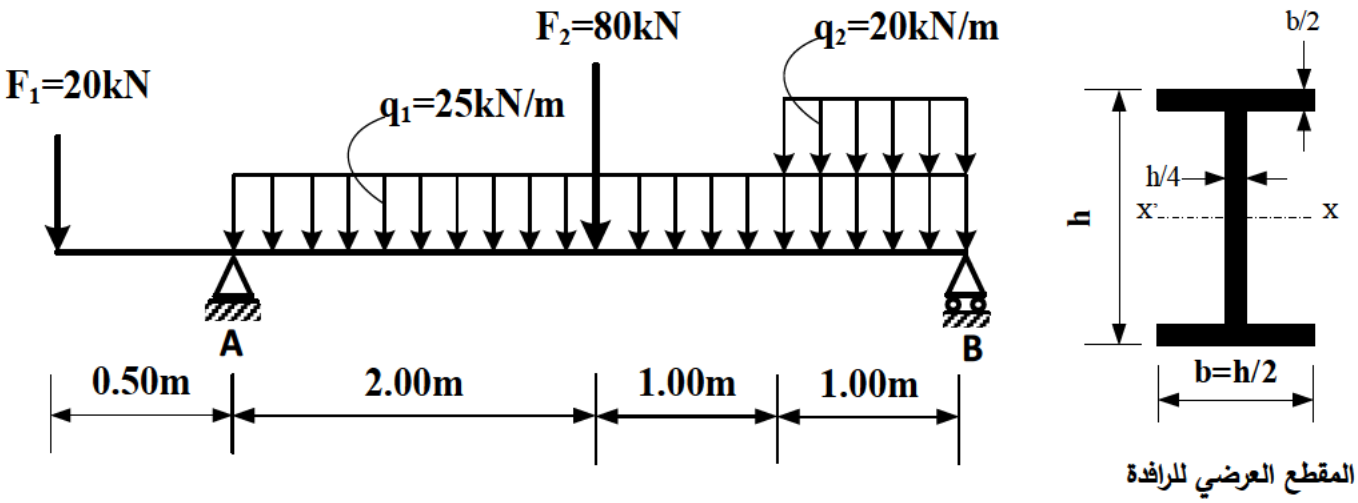
الموضوع الثاني

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

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: الإنحناء البسيط المستوي (07 نقاط)

رافدة خاضعة للإنحناء وممثلة بالشكل الميكانيكي الموضح في الشكل (01) حيث المسند **A** مزدوج و المسند **B** بسيط.



الشكل (01)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A وB.
2) اكتب معادلات الجهد القاطع T(x) وعزم الإنحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
3) ارسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع T(x) وعزم الإنحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.

– يقترح سلم الرسم الآتي:

$$x : 2\ cm \longrightarrow 1m$$
$$T(x) : 1\ cm \longrightarrow 20kN$$
$$M_f(x) : 1\ cm \longrightarrow 20kN.m$$

4) استخرج القيم القصوى T_{max} و M_{fmax}.
5) حدد الإرتفاع (h) لمقطع الرافدة اللازم والكافي لتحقيق شرط المقاومة إذا علمت أن:

– الإجهاد المسموح به: $\bar{\sigma} = 160MPa$.

– عزم عطالة المقطع العرضي: $I_{XX'} = \left(\frac{5}{128}\right)h^4$.

– يعطى بعض القيم النظامية للارتفاع h : 20cm–25cm–30cm–35cm–40cm.

النشاط الثاني: الخرسانة المسلحة (05 نقاط)

عمود بناية داخلي من الخرسانة المسلحة في حالة انضغاط بسيط طوله $l_0 = 4.00m$ ومقطعه العرضي دائري $D = 40cm$، يخضع لحمولة محورية مقدارها: $G = 800kN ; Q = 685kN$.

المعطيات:

- الفولاذ المستعمل من نوع FeE400 ، $\gamma_s = 1.15$.
- مقاومة الخرسانة $f_{c28} = 30\text{MPa}$ ، $\gamma_b = 1.5$.
- معظم الحمولات مطبقة قبل 90 يوما.

المطلوب:

1) احسب مساحة التسليح الطولي الكافي واللازم لمقطع العمود.
2) احسب التسليح العرضي للعمود.
3) اقترح رسما لتسليح مقطع العمود.

- تعطى العلاقات التالية:

$$\lambda = \frac{4}{D} L_f \quad ; \quad \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} \quad ; \quad B_r = \frac{\pi (D-2)^2}{4} \quad ; \quad A_{th} \geq \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \times f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

$$A_{\min} = Max\left(4u ; \frac{0.2 \times B}{100}\right) \quad ; \quad A_{S_{calc}} = Max\left\{A_{th} ; A_{\min}\right\} \quad ; \quad \phi_t \geq \frac{\phi_{L\max}}{3} \quad ;$$

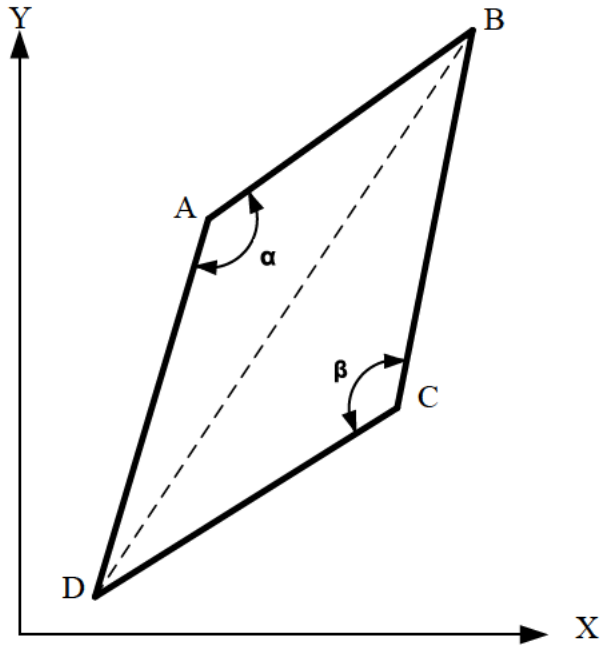
$$S_t \leq Min\left\{(15 \times \phi_{L\min}) ; 40cm ; (D + 10cm)\right\}$$

القطر	المقطع لعدد القضبان بـ (cm^2)									
(mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	0.50	1.00	1.50	2.01	2.51	3.01	3.51	4.01	4.52	5.02
10	0.78	1.57	2.35	3.14	3.92	4.71	5.49	6.28	7.06	7.85
12	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.92	9.05	10.18	11.31
14	1.54	3.08	4.62	6.15	7.69	9.23	10.77	12.31	13.85	15.39
16	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09	20.10
20	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.99	25.13	28.27	31.41
25	4.91	9.82	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09
32	8.04	16.08	24.12	32.17	40.21	48.25	56.26	64.34	72.38	80.42
40	12.56	25.13	37.70	50.26	62.83	75.39	87.96	100.53	119.09	125.65

البناء (08 نقطة)

النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (04 نقاط)

انطلاقا من عملية الرفع طبوغرافي لقطعة أرض **(ABCD)** الموضحة في الشكل (02) ، مساحتها الإجمالية $S=6250m^2$ تعطى الإحداثيات التالية:



الشكل (02)

الإحداثيات القائمة		
النقاط	**X(m)**	**Y(m)**
A	50,00	150,00
B	120,00	200,00
D	20,00	50,00

الإحداثيات القطبية			
السمت الإحداثي (gr)		**المسافات (m)**	
G_{BC}	212,567	L_{BC}	101,98
G_{CD}	264,438	L_{CD}	94,34
G_{DA}	18,555	L_{DA}	104,40

العمل المطلوب:

1) احسب السمت الإحداثي G_{AB} و المسافة L_{AB} ثم استنتج قيمة الزاوية **α** .
2) احسب مساحة قطعة الأرض **(DAB)** باستعمال الإحداثيات القطبية.
3) احسب قيمة الزاوية **β**.
4) احسب مساحة قطعة الأرض **(BCD)** باستعمال الإحداثيات القطبية.
5) تحقق من مساحة قطعة الأرض **(ABCD)**.

النشاط الثاني: الطرق (04 نقاط)

تمثل الوثيقة المرفقة في الصفحة (8 من 8) جدول المظهر الطولي لجزء من مشروع طريق.

العمل المطلوب:

- صنف الطرق إداريا وتقنيا.
- ارسم المظهر الطولي مع إتمام جميع البيانات على الوثيقة المرفقة في الصفحة (8 من 8).

ملاحظة: تعاد هذه الوثيقة مع أوراق الإجابة

1/100

1/1000

+68.00

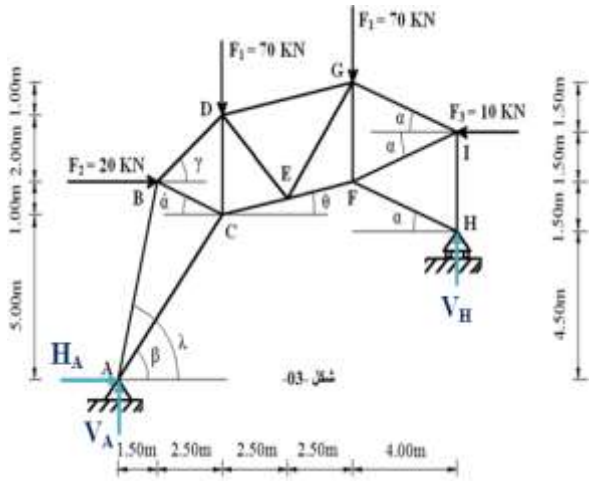
أرقام المظاهر العرضية	1	2	3	4	5	6	7	8
مناسيب التربة الطبيعية	75.00	75.00	73.50	72.00	71.00	73.00	74.00	75.00
مناسيب خط المشروع	75.00	.....	74.00	.....	70.50	.....	.....	75.00
المسافات الجزئية		30.00	.....	32.00	50.00	.....	15.00	.....
المسافات المتراكمة	00.00	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
الميـــول		.....m 1.428%		.....m .....%		.....%		70.00m
التراصفات والمنعرجات		تراصف على مسافة .....m			R=136.08m ; L=.....m $\alpha=40^0$			تراصف على مسافة .....m

انتهى الموضوع الثاني

عناصر الإجـــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

الميكانيك التطبيقية

النشاط الأول: دراسة الأنظمة المثلثية (07 نقاط)



شكل -03-

العمل المطلوب:

1- حساب ردود الأفعال في المسندين A وH.

$$\sum F/YY'=0 \Rightarrow V_A+V_H=F_1+F_2=70+70$$

$$\sum F/YY'=0 \Rightarrow V_A+V_H=140KN$$ — 0.25

$$\sum F/XX'=0 \Rightarrow H_A=F_3-F_2=10-20$$

$$\sum F/XX'=0 \Rightarrow H_A=-10KN$$ — 0.25

$$\sum M_F/A=0 \Rightarrow -13\times V_H+13\times F_1+6\times F_2-7.50\times F_3=0$$

$$\sum M_F/A=0 \Rightarrow V_H=\frac{+13\times F_1+6\times F_2-7.50\times F_3}{13}$$

$$\sum M_F/A=0 \Rightarrow V_H=\frac{+13\times 70+6\times 20-7.50\times 10}{13}$$

$$\sum M_F/A=0 \Rightarrow V_H=73.46KN$$ — 0.25

$$\sum M_F/H=0 \Rightarrow 13\times V_A-4.5\times H_A-13\times F_1+1.5\times F_2-3\times F_3=0$$

$$\sum M_F/H=0 \Rightarrow V_A=\frac{+4.5\times H_A+13\times F_1-1.5\times F_2+3\times F}{13}$$

$$\sum M_F/H=0 \Rightarrow V_A=\frac{+4.5\times -10+13\times 70-1.5\times 20+3\times 10}{13}$$

$$\sum M_F/H=0 \Rightarrow V_A=66.54KN$$ — 0.25

07

2- حساب الجهود الداخلية في القضبان التالية: HI ، HF ، IG ، IF ، FG ، FE مبينا طبيعتها باستعمال الطريقة التحليلية (عزل العقد) مع تدوين النتائج في جدول.

- **عزل العقدة H:**

$$\sum F/XX'=0 \Rightarrow -N_{HF}\,Cos\alpha=0$$ — 0.25

$$\sum F/XX'=0 \Rightarrow N_{HF}=0$$ — 0.25

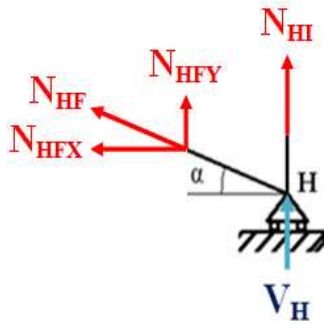
تركيبي

$$\sum F/YY'=0 \Rightarrow +N_{HI}+N_{HF}\,Sin\alpha+V_H=0$$

$$\sum F/YY'=0 \Rightarrow +N_{HI}=-V_H$$ — 0.25

$$\sum F/YY'=0 \Rightarrow +N_{HI}=-73.46KN$$ — 0.25

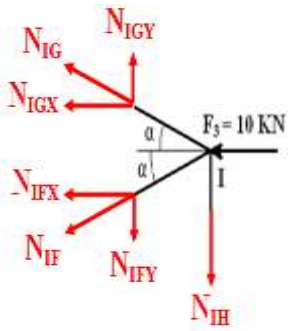
(C)



عناصر الإجـــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

الميكانيك التطبيقية

- **عزل العقدة I:**



$$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow -N_{IG}Cos\alpha - N_{IF}Cos\alpha - F_3 = 0$$

$$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow N_{IG} = \frac{-N_{IF}Cos\alpha - F_3}{Cos\alpha} = \frac{-0.9363N_{IF} - 10}{0.9363}$$

0.25 $$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow N_{IG} = -N_{IF} - 10.68 \quad .....(1)$$

$$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow +N_{IG}Sin\alpha - N_{IF}Sin\alpha - N_{IH} = 0$$

0.25 $$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow N_{IG} = \frac{N_{IF}Sin\alpha + N_{IH}}{Sin\alpha} = \frac{+0.3511N_{IF} - 73.46}{0.3511}$$

$$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow N_{IG} = N_{IF} - 209.228 \quad ..... (2)$$

نضع (1) = (2)

0.25 $$(1) = (2) \Rightarrow -N_{IF} - 10.68 = +N_{IF} - 209.228$$

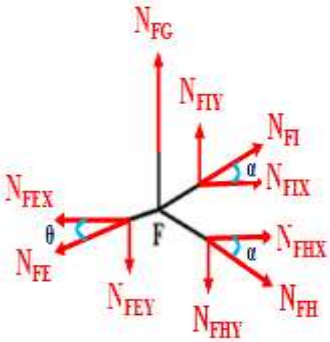
$$(1) = (2) \Rightarrow N_{IF} = 99.274\,KN \quad (T)$$

نعوض في المعادلة (1):

0.25 $$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow N_{IG} = -1 \times (99.274) - 10.68$$

$$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow N_{IG} = -109.954\,KN \quad (C)$$

- **عزل العقدة F:**



0.25 $$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow -N_{FE}Cos\theta + N_{FI}Cos\alpha + N_{FH}Cos\alpha = 0$$

0.25 $$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow N_{FE} = \frac{+N_{FI}Cos\alpha}{Cos\theta} = \frac{+99.274 \times 0.9363}{0.9805}$$

$$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow +N_{FE} = 94.798\,KN \quad (T)$$

0.25 $$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow N_{FG} + N_{FI}\,Sin\alpha - N_{FE}\,Sin\theta = 0$$

$$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow N_{FG} = -N_{FI}\,Sin\alpha + N_{FE}\,Sin\theta$$

0.25 $$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow N_{FG} = -99.274 \times 0.3511 + 94.798 \times 0.1961$$

$$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow N_{FG} = -16.265\,KN \quad (C)$$

عناصر الإجـــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

الميكانيك التطبيقية

تدوين النتائج في جدول:

القضبان	HF	HI	IF	IG	FE	FG
الجهود الداخلية	N_{HF}	N_{HI}	N_{IF}	N_{IG}	N_{FE}	N_{FG}
الشدة (KN)	00	73.46	99.274	109.954	94.798	16.265
الطبيعة	تركيبي	انضغاط	شد	انضغاط	شد	انضغاط

0.75

3- استخراج من الجدول المرفق نوع المجنب اللازم والكافي للمقاومة علما أن الإجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1600\, Kgf / cm^2$.

باستعمال شرط المقاومة:

$$\sigma_{BD} \le \bar{\sigma}$$

0.25

$$\frac{N_{BD}}{2 \times S} \le \bar{\sigma} \Rightarrow S \ge \frac{N_{BD}}{2 \times \bar{\sigma}}$$

$$\Rightarrow S \ge \frac{143.5 \times 10^2}{2 \times 1600}$$

0.25

$$\Rightarrow S \ge 4.48\, cm^2$$

0.25

من جدول المجنبات نأخذ : **S= 4.80 cm²**

ومنه المجنب المناسب هو : **L (50×50×5)**

4- حساب القطر الأدنى للبرغي الذي يحقق المقاومة.

باستعمال شرط المقاومة

$$\tau_{max} \le \bar{\tau}$$

$$\frac{N_{BD}}{n.m.A} \le \bar{\tau}$$

$$A \ge \frac{N_{BD}}{m \times n \times \bar{\tau}}$$

$$\frac{\pi \times D^2}{4} \ge \frac{N_{BD}}{m \times n \times \bar{\tau}}$$

0.25

$$D \ge \sqrt{\frac{4 \times N_{BD}}{m \times n \times \pi \times \bar{\tau}}}$$

$$D \ge \sqrt{\frac{4 \times 143.5 \times 10^2}{2 \times 4 \times \pi \times 100 \times 10}}$$

$$D \ge \sqrt{2.2839}$$

$$D \ge 1.511\, cm$$

$$D \ge 15.11\, mm$$

0.25

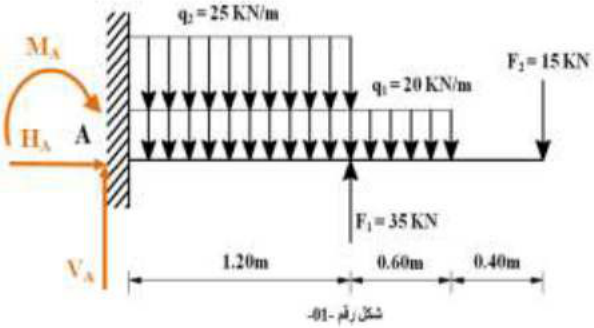
نأخذ قطر البرغي: **D=16mm**

عناصر الإجـــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الميكانيك التطبيقية		
• حساب زاوية القص γ إذا كان معامل المرونة العرضي: **G=0,3 x 10⁶ Kg/cm²**		
باستعمال قانون هوك:		
$\tau = G\times\gamma \Rightarrow \frac{T_{max}}{n\times m\times A} = G\times\gamma$		
$\Rightarrow \gamma = \frac{4\times T_{max}}{G\times n\times m\times\pi\times D^2} = \frac{4\times 143.5\times 10^2}{0.3\times 10^6\times 4\times 2\times\pi\times 1.6^2} = 0.00297rd$	0.25	
$\Rightarrow \gamma = 0.00297rd$	0.25	
5- حساب قيمة التشوه النسبي ε للقضيب IG علما أن معامل المرونة E=2.1x10⁵MPa.		
باستعمال قانون هوك:		
$\sigma = \varepsilon\times E \Rightarrow \frac{N_{IG}}{2\times S} = \varepsilon\times E$		
$\Rightarrow \varepsilon = \frac{N_{IG}}{2\times S\times E} = \frac{-109.95\times 10^2}{2\times 4.8\times 2.1\times 10^6}$	0.25	
$\Rightarrow \varepsilon = -0.000545$		
2- حساب قيمة التشوه المطلق ΔL_{IG} للقضيب IG علما أن معامل المرونة E=2.1x10⁵MPa.		
$\varepsilon = \frac{\Delta L_{IG}}{L_{IG}} \Rightarrow \Delta L_{IG} = \varepsilon\times L_{IG}$	0.25	
حيث:		
$L_{IG} = \sqrt{4^2\times 1.5^2} = 4.272m$		
$\Delta L_{IG} = \varepsilon\times L_{IG} = -0.000545\times 4.272\times 10^2 = -0.233cm$	0.25	
$\Delta L_{IG} = -0.233cm$		
تقلص مطلق		
أو باستعمال قانون هوك:		
$\Delta L_{IG} = \frac{N_{IG}\times L_{IG}}{2\times S\times E} = \frac{-109.95\times 10^2\times 4.272\times 10^2}{2\times 4.8\times 2.1\times 10^6} = -0.233cm$		
$\Delta L_{IG} = -0.233cm$		
تقلص مطلق		

عناصر الإجـــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

الميكانيك التطبيقية

النشاط الثاني: دراسة الانحناء البسيط (05 نقاط)



شكل رقم -01-

العمل المطلوب:

1- حساب ردود الأفعال عند المسند الموثوق A

$\sum F/XX' = 0 \Rightarrow H_A = 00\,\text{Kn}$

$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow V_A = 1.8\times q_1 + 1.2\times q_2 + F_2 - F_1 = 1.8\times 20 + 1.2\times 25 + 15 - 35 = 46\text{Kn}$

0.25 $\sum F/YY' = 0 \Rightarrow V_A = 46\text{Kn}$

$\sum M_F/A = 0 \Rightarrow +M_A + 0.9\times(1.8\times q_1) + 0.6\times(1.2\times q_2) + 2.2\times F_2 - 1.2\times F_1 = 0$

$\sum M_F/A = 0 \Rightarrow +M_A = -1.62\times q_1 - 0.72\times q_2 - 2.2\times F_2 + 1.2\times F_1$

$\sum M_F/A = 0 \Rightarrow +M_A = -1.62\times 20 - 0.72\times 25 - 2.2\times 15 + 1.2\times 35$

0.25 $\sum M_F/A = 0 \Rightarrow M_A = -41.40\,\text{Kn}$

2- كتابة معادلات عزم الانحناء $M_f(x)$ و الجهد القاطع $T(x)$ على طول الرافدة.

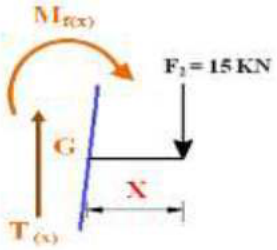
- **القطع الأول: $00\text{ m} \le X \le 0.40\text{ m}$ يمين المقطع.**

05

$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow +T(x) - F_2 = 0$

0.25 $\sum F/YY' = 0 \Rightarrow T(x) = +15$

0.25 $T(0) = +15\,\text{Kn}$ $T(0.4) = +15\,\text{Kn}$



$\sum M_F/G = 0 \Rightarrow +M_F(x) + F_2.x = 0$

0.25 $\sum M_F/G = 0 \Rightarrow M_F(x) = -15.x$

0.25 $M_F(0) = 00\,\text{Kn.m}$ $M_F(0.4) = -6\,\text{Kn.m}$

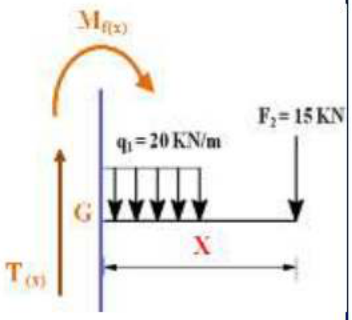
- **القطع الثاني: $0.40\text{m} \le X \le 1.00\text{ m}$ يمين المقطع.**

$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow +T(x) - q_1(x-0.40) - F_2 = 0$

$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow +T(x) = +20\times(x-0.40) + 15$

0.25 $\sum F/YY' = 0 \Rightarrow +T(x) = 20x + 7$

0.25 $T(0.4) = 15\,\text{Kn}$ $T(1) = 27\,\text{Kn}$

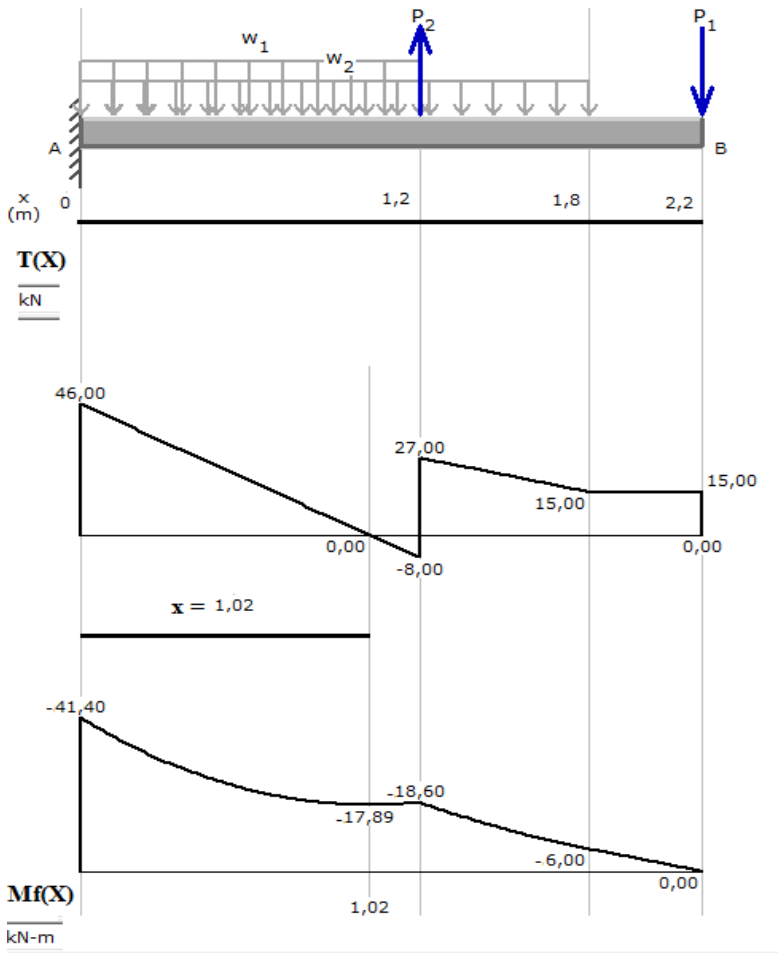


$\sum M_F/G = 0 \Rightarrow +M_F(x) + \frac{q_1}{2}\times(x-0.4)^2 + F_2\times x = 0$

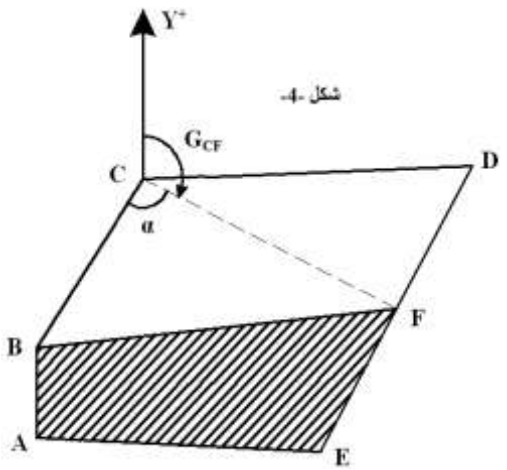
$\sum M_F/G = 0 \Rightarrow +M_F(x) = -10\times(x^2 - 0.8x + 0.16) - 15x$

0.25 $\sum M_F/G = 0 \Rightarrow M_F(x) = -10.x^2 - 7.x - 1.6$

0.25 $M_F(1) = -18.6\,\text{Kn.m}$ $M_F(0.4) = -6\,\text{Kn.m}$

عناصر الإجـــــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الميكانيك التطبيقية		
النشاط الثاني: دراسة الانحناء البسيط.		
القطع الثالث: $0.00m \le X \le 1.20\ m$ يسار المقطع.		
$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow -T(x) - q_1 \times x - q_2 \times x + V_A = 0$		
$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow T(x) = -20 \times x - 25 \times x + 46$		
$\sum F/YY' = 0 \Rightarrow T(x) = -45.x + 46$	0.25	
$T(0) = 46\ Kn$ $\quad T(1.2) = -8\ Kn$	0.25	
$T(x) = 0 \Rightarrow -45.x + 46 = 0 \Rightarrow x = +\frac{46}{45} = 1.022\,m$		
$T(x) = 0 \Rightarrow x = 1.022\,m$	0.25	
$\sum M_F/G = 0 \Rightarrow -M_F(x) - \frac{1}{2}(q_1 + q_2).x^2 + V_A \times x + M_A = 0$		
$\sum M_F/G = 0 \Rightarrow M_F(x) = -\frac{1}{2}(20+25).x^2 + 46 \times x - 41.4$		
$\sum M_F/G = 0 \Rightarrow M_F(x) = -22.5x^2 + 46.x - 41.40$	0.25	
$M_F(0) = -41.40\ Kn.m$ $\quad M_F(1.022) = -17.89\ Kn.m$	0.25	
$M_F(1.2) = -18.60\ Kn.m$		
3- رسم منحنيات الجهد القاطع T(x) و عزم الانحناء Mf (x) على طول الرافدة.		06
	0.75	

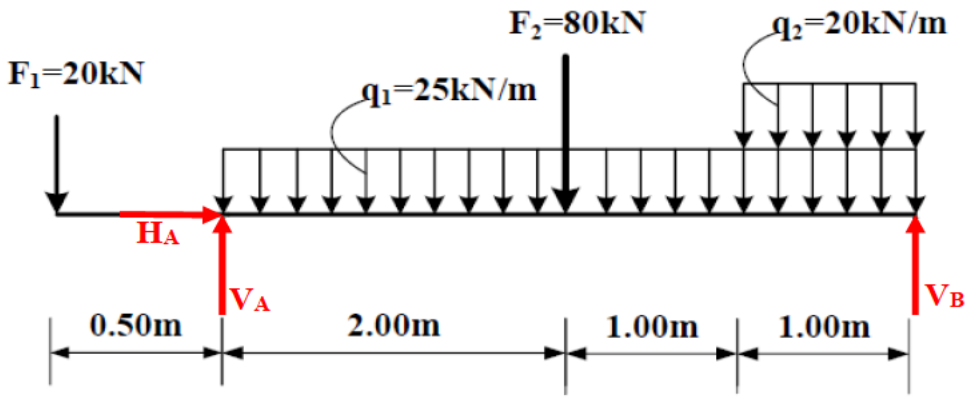
عناصر الإجـــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الميكانيك التطبيقية **النشاط الثاني: دراسة الانحناء البسيط.** **4- استخراج من المنحنيات الجهد القاطع الأعظمي T_{max} و عزم الانحناء الأعظمي $M_{f\,max}$.** $T_{max} = +46.00\,Kn$ $M_{F\,max} = -41.40\,Kn.m$ 5- تحديد الأبعاد الداخلية لمقطع الرافدة (h ; b) حتى يتحقق شرط المقاومة. علما أن: **h= 2b** الإجهاد الناظمي المسموح به $\bar{\sigma} = 1600\,Kgf/cm^2$ **باستعمال شرط المقاومة:** $\sigma_{max} \le \bar{\sigma}$ $\frac{M_{F\,max} \times Y_{max}}{I/_{XG}} \le \bar{\sigma}$ **حيث:** $I/_{XG} = \frac{12\times 24^3}{12} - \frac{b\times h^3}{12} = 1384 - \frac{b\times(2b)^3}{12} = 13824 - \frac{8b^4}{12}$ $\frac{12\times M_{F\,max}}{13824 - \frac{8b^4}{12}} \le \bar{\sigma}$ $13824 - \frac{8b^4}{12} \ge \frac{12\times M_{F\,max}}{\bar{\sigma}}$ $13824 - \frac{12\times M_{F\,max}}{\bar{\sigma}} \ge \frac{8b^4}{12}$ $13824 - \frac{12\times M_{F\,max}}{\bar{\sigma}} \ge \frac{8b^4}{12}$ $b \le \sqrt[4]{\left[\left(13824 - \frac{12\times M_{F\,max}}{\bar{\sigma}}\right)\times\frac{12}{8}\right]}$ $b \le \sqrt[4]{\left[\left(13824 - \frac{12\times 41.4\times 10^4}{1600}\right)\times\frac{12}{8}\right]}$ $b \le \sqrt[4]{16078.5}$ $b \le 11.26cm$ **نأخذ:** $b = 10\,cm$ $h = 2\times b = 2\times 10$ $h = 20\,cm$	0.25 0.25	05

عناصر الإجـــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
البنـــــــــــــــاء		
النشاط الأول: حساب المساحات (05 نقاط) لبناء مؤسسة تربوية، تم اختيار قطعة الأرض الممثلة في **الشكل -4-** التالي:  		
العمل المطلوب: **1. حساب السمت الإحداثي G_{CB}.** **أ- حساب فروق الإحداثيات:**		
$\Delta X_{CB} = X_B - X_C = -67 - (-25) = -42.00$ m	0.25	
$\Delta Y_{CB} = Y_B - Y_C = -7 - 55 = -62.00$ m	0.25	
بما أن $\Delta X_{DC} < 0$ و $\Delta Y_{DC} < 0$ فإن الضلع DC يقع في الربع الثالث ومنه : $G_{CB} = 200 + g_{CB}$ **ب – حساب الزاوية المختصرة g_{CB}** $\text{Tan } g_{CB} = \Delta X_{CB} / \Delta Y_{CB} = 42.00 / 62.00 = 0.677$ $g_{CB} = 37.905$ gr	0.25	05
$G_{CB} = 200 + 37.905$ $G_{CB} = 237.905$ gr	0.50	
2. حساب طول الضلع L_{FC}.		
$S_{FBC} = \frac{1}{2} \times [\sum L_n \times L_{n+1} \times Sin(G_{n+1} - G_n)]$ $S_{FBC} = \frac{1}{2} \times [L_{FB} \times L_{FC} \times Sin(G_{FC} - G_{FB})]$	0.25	
$L_{FC} = \frac{2 \times S_{FBC}}{L_{FB} \times \times Sin(G_{FC} - G_{FB})}$	0.25	
• **استنتاج G_{FC}:** $G_{FC} = G_{CF} + 200 = G_{CB} - \alpha + 200$ $G_{FC} = G_{CF} + 200 = 237.905 - 109.674 + 200$	0.25	
$G_{FC} = 328.231 Gr$ $L_{FC} = \frac{2 \times 4097.50}{142.74 \times \times Sin(328.231 - 293.522)}$	0.25	
$L_{FC} = 110.707$ m	0.50	

عناصر الإجـــــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
البنـــــــــــــــــاء		
النشاط الأول: حساب المساحات (05 نقاط)		
3. حساب الإحداثيات القائمة للنقطة F.		
$\Delta X_{FC} = X_C - X_F \rightarrow X_F = X_C - \Delta X_{FC}$	0.25	
$X_F = X_C - (L_{FC} \times \text{Sin } G_{FC}) = -25 - (110.707 \times \text{Sin } 328.231)$		
$X_F = +75.00$ m	0.25	
$\Delta Y_{FC} = Y_C - Y_F \rightarrow Y_F = Y_C - \Delta Y_{FC}$	0.25	
$Y_F = Y_C - (L_{FC} \times \text{Cos } G_{FC}) = +55 - (110.707 \times \text{Cos } 328.231)$		
$Y_F = +7.50$ m	0.25	
F (+ 75.00 ; + 7.50) m		
4. حساب مساحة قطعة الأرض ABFE باستعمال طريقة الإحداثيات القائمة.		
$S_{ABFE} = 1/2\ [\sum X_n \times (Y_{n-1} - Y_{n+1})]$		
$S_{ABFE} = 1/2\ [X_A \times (Y_E - Y_B) + X_B \times (Y_A - Y_F) + X_F \times (Y_B - Y_E) + X_E \times (Y_F - Y_A)]$	0.25	
$S_{ABFE} = 1/2\ [-67 \times (-45 + 7) - 67 \times (-40 - 7.5) + 75 \times (-7 + 45) + 45 \times (7.5 + 40)]$	0.25	
$S_{ABFE} = 1/2\ [2546 + 3182.5 + 2850 + 2137.5]$		
$S_{ABFE} = 1/2\ [10716]$	0.25	
$S_{ABFE} = 5358.00\ m^2$	0.50	

عناصر الإجـــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
البنـــــــــــــــاء		
النشاط الثاني: الجسور (03 نقاط)		
العمل المطلوب:		
1- تصنيف الجسر الممثل في **الشكل 07** من حيث الشكل:		
• **جسر بلاطة مستقيم.**	0.25	
2- تسمية العناصر المشار إليها بالأرقام من **1 إلى 6.**		
1.واقي الأجسام (الحاجز الأمني).	0.25	
2.الطنف أو الكرنيشة.	0.25	
3.عارضة الربط.	0.25	
4.عمود.	0.25	
5.قاعدة أساس.	0.25	
6.أجهزة الإستناد.	0.25	
3- ذكر دور العناصر المرقمة **1 و 2 و 6.**		03
• **دور العنصر 1 (واقي الأجسام):**		
- حماية لراجلين من السقوط من على سطح الجسر. - تصحيح مسار المركبات في حالة إنحرا فها عن الطريق.	0.25	
• **دور العنصر 2 (الطنف):**		
- إعطاء منظر معماري جميل للجسر. - حماية واجهة الجسر من مياه الأمطار وتسهيل عملية تصريف المياه. - تثبيت حامي الأجسام فوقها.	0.25 0.25	
• **دور العنصر 6 (أجهزة الإستناد):**		
✓ منع وامتصاص صدمات الاحتكاك بين خرسانة البلاطة وخرسانة الركائز التي تؤد ي إلى إهترائها وتآكلها. ✓ امتصاص الصدمات (الاهتزازات) الناتجة عن حركة العربات و الرياح و الزلازل.	0.25	
✓ نقل الأحمال الواردة من البلاطة إلى الركائز. ✓ السماح بالحركتين الإنسحابية الأفقية والدورانية المحدودتين لطاولة الجسر.	0.25	

عناصر الإجـــــــــــــــــــابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الموضوع الثاني		
الميكانيك المطبقة		
النشاط الأول: الإنحناء البسيط المستوي----------	-------	07ن
1- حساب ردود الأفعال:		



$$\sum F_{/x} = 0 \rightarrow H_A = 0 \ldots (1)$$ 0.25ن

$$\sum F_{/y} = 0 \rightarrow V_A + V_B - F_1 - q_1 \times 4 - F_2 - q_2 \times 1 = 0$$
$$\rightarrow V_A + V_B - 20 - 25 \times 4 - 80 - 20 \times 1 = 0$$
$$\rightarrow V_A + V_B = 220\text{kN} \ldots (2)$$

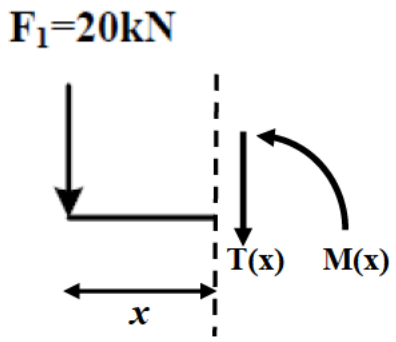
$$\sum M_{/A} = 0 \rightarrow -V_B \times 4 - F_1 \times 0.50 + q_1 \times 4 \times 2 + F_2 \times 2 + q_2 \times 1 \times 3.5 = 0$$
$$\rightarrow -V_B \times 4 - 20 \times 0.50 + 25 \times 4 \times 2 + 80 \times 2 + 20 \times 1 \times 3.5 = 0$$
$$\rightarrow V_B = \frac{420}{4}$$
$$\rightarrow V_B = 105\text{kN} \ldots (3)$$ 0.50ن

$$\sum M_{/B} = 0 \rightarrow V_A \times 4 - F_1 \times 4.50 - q_1 \times 4 \times 2 - F_2 \times 2 - q_2 \times 1 \times 0.5 = 0$$
$$\rightarrow V_A \times 4 - 20 \times 4.50 - 25 \times 4 \times 2 - 80 \times 2 - 20 \times 1 \times 0.5 = 0$$
$$\rightarrow V_A = \frac{460}{4}$$
$$\rightarrow V_A = 115\text{kN} \ldots (4)$$ 0.50ن

من المعادلة (2) نجد: $V_A + V_B = 115 + 105 = 220\text{kN}$ ومنه النتائج صحيحة.

2- معادلات الجهد القاطع T(x) وعزم الإنحناء M(x):

المقطع الأول: $0 \le x \le 0.50m$



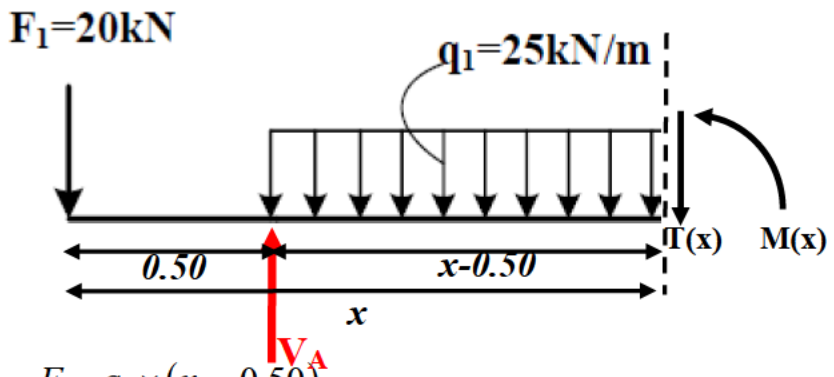
0.25ن $T(x) = 20\text{kN}$

0.25ن $\begin{cases} T(0) = -20\text{kN} \\ T(0.5) = -20\text{kN} \end{cases}$

0.25ن $M(x) = -20 \times x$

0.25ن $\begin{cases} M(0) = 0\text{kN} \\ M(0.5) = -10\text{kN.m} \end{cases}$

المقطع الثاني: $0.50m \le x \le 2.50m$



$T(x) = V_A - F_1 - q_1 \times (x - 0.50)$

0.25ن $T(x) = -25 \times x + 107.50$

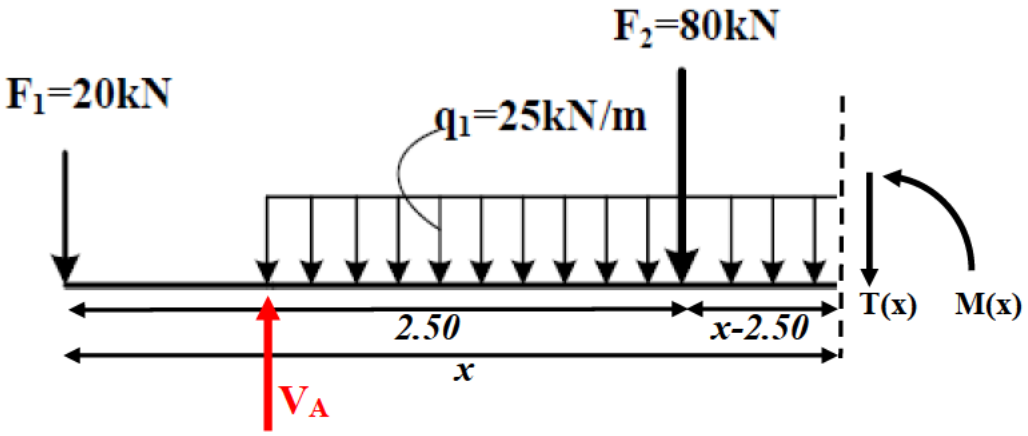
0.25ن $\begin{cases} T(0.50) = 95\text{kN} \\ T(2.5) = 45\text{kN} \end{cases}$

$$M(x) = V_A \times (x - 0.50) - F_1 \times x - q_1 \times \frac{(x - 0.50)^2}{2}$$

0.25ن $M(x) = -12.5 \times x^2 + 107.50 \times x - 60.625$

0.25ن $\begin{cases} M(0.50) = -10\text{kN.m} \\ M(2.5) = 130\text{kN.m} \end{cases}$

المقطع الثالث: $2.50m \le x \le 3.50m$



$$T(x) = V_A - F_1 - q_1 \times (x - 0.50) - F_2$$

0.25ن $$T(x) = -25 \times x + 27.50$$

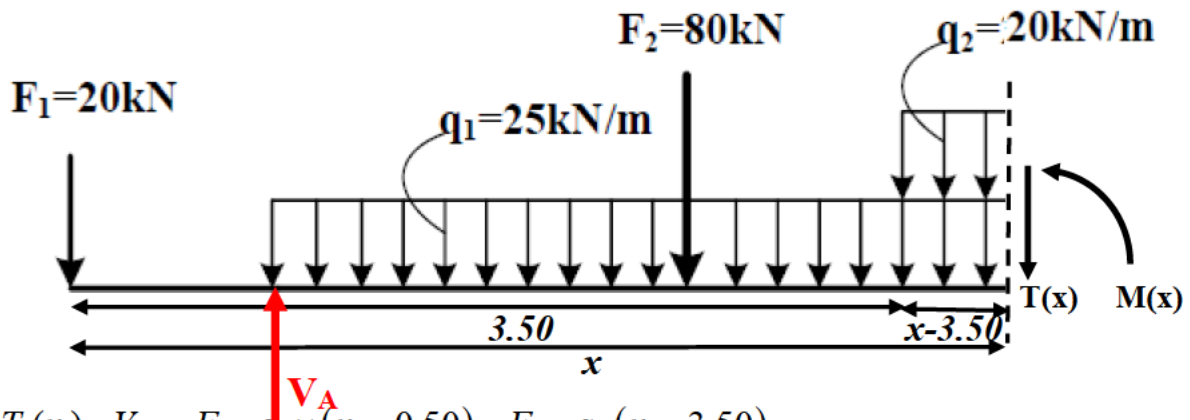
0.25ن $$\begin{cases} T(2.50) = -35\text{kN} \\ T(3.5) = -60\text{kN} \end{cases}$$

$$M(x) = V_A \times (x - 0.50) - F_1 \times x - q_1 \times \frac{(x - 0.50)^2}{2} - F_2 \times (x - 2.50)$$

0.25ن $$M(x) = -12.5 \times x^2 + 27.50 \times x + 139.375$$

0.25ن $$\begin{cases} M(2.50) = 130\text{kN.m} \\ M(3.5) = 82.5\text{kN.m} \end{cases}$$

<u>المقطع الرابع</u>: $3.50m \le x \le 4.50m$



$$T(x) = V_A - F_1 - q_1 \times (x - 0.50) - F_2 - q_2 (x - 3.50)$$

0.25ن $$T(x) = -45 \times x + 97.50$$

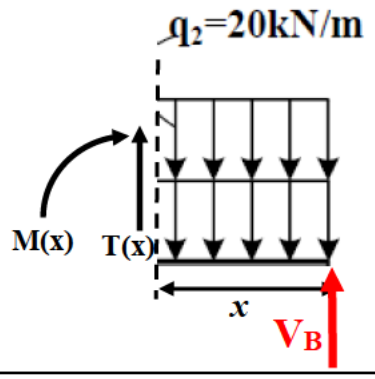
0.25ن $$\begin{cases} T(3.50) = -60\text{kN} \\ T(4.5) = -105\text{kN} \end{cases}$$

$$M(x) = V_A \times (x - 0.50) - F_1 \times x - q_1 \times \frac{(x - 0.50)^2}{2} - F_2 \times (x - 2.50) - q_2 \times \frac{(x - 3.50)^2}{2}$$

0.25ن $$M(x) = -22.5 \times x^2 + 97.50 \times x + 16.875$$

0.25ن $$\begin{cases} M(2.50) = 82.50\text{kN.m} \\ M(3.5) = 0\text{kN.m} \end{cases}$$

<u>المقطع الرابع</u>: $0m \le x \le 1m$ من اليمين:



$$T(x) = -105 + q_1 \times x + q_2 \times x$$

$$T(x) = 45 \times x - 105$$

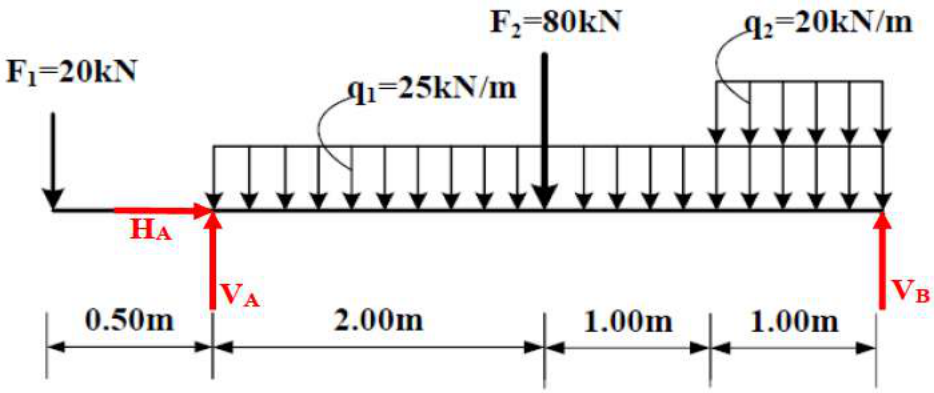
$$\begin{cases} T(0) = -105\text{kN} \\ T(1) = -60\text{kN} \end{cases}$$

$$M(x) = V_B \times x - q_1 \times \frac{x^2}{2} - q_2 \times \frac{x^2}{2}$$

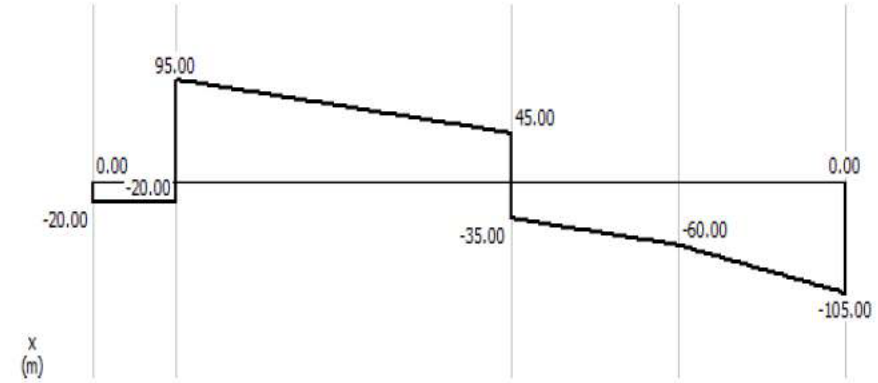
$$M(x) = -22.5 \times x^2 + 105 \times x$$

$$\begin{cases} M(0) = 0\text{kN} \\ M(1) = 82.50\text{kN.m} \end{cases}$$

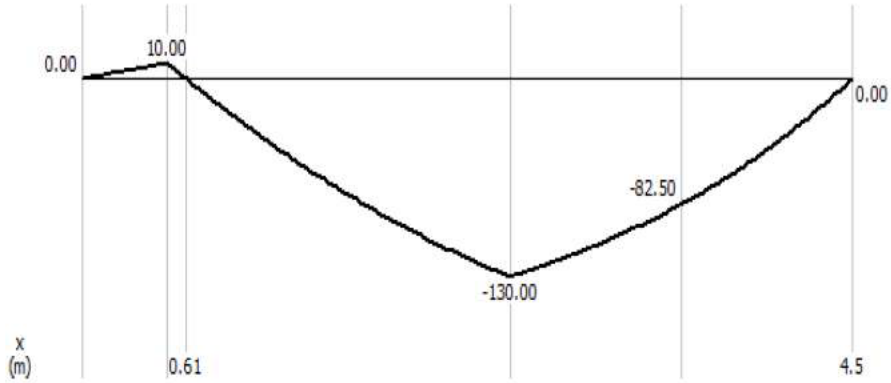
3- رسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع T(x) وعزم الإنحناء M(x):



0.50ن



0.50ن



4- تحديد القيم القصوى T_{max} وM_{fmax}

0.25ن

من المنحنيات البيانية نجد: $T_{max} = 105\text{KN} \ldots\ldots M_{f\,max} = 130\text{kN.m}$

5- تحديد الإرتفاع **h** لمقطع الرافدة اللازم والكافي لتحقيق شرط المقاومة:

لينا:

	0.25ن	$\sigma \le \bar{\sigma} \rightarrow \frac{M_{f\ \max} \times y_{\max}}{I_{XX'}} \le \bar{\sigma}$
		$\rightarrow \frac{M_{f\ \max} \times \left(\frac{h}{2}\right)}{\left(\frac{5}{128}\right)h^4} \le \bar{\sigma}$
		$\rightarrow \frac{64M_{f\ \max}}{5h^3} \le \bar{\sigma}$
		$\rightarrow \frac{64 \times 130 \times 10^4}{5h^3} \le 1600$
		$\rightarrow h^3 \ge \frac{64 \times 130 \times 10^4}{5 \times 1600}$
		$\rightarrow h \ge \sqrt[3]{\frac{64 \times 130 \times 10^4}{5 \times 1600}}$
	0.25ن	$\rightarrow h \ge 21.83cm$
		نأخذ h=25cm.
05ن	-------	**النشاط الثاني: الخرسانة المسلحة.**----------
		1- حساب التسليح الطولي:
		- حساب طول التحدب L_f
		$L_f = 0.70 \times l_0$
		$L_f = 0.70 \times 400$
	0.25ن	$L_f = 280\text{cm}$
		- حساب النحافة λ
		$\lambda = \frac{4}{D} L_f = \frac{4}{40} \times 280$
	0.25ن	$\lambda = 28$
		- حساب معامل النحافة α
		$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} = \frac{0.85}{1 + 0.2\left(\frac{28}{35}\right)^2}$
	0.25ن	$\alpha = 0.7535$
		- بما أن معظم الحمولات مطبقة قبل 90 يوما:
	0.25ن	$\alpha' = \frac{\alpha}{1.10} = \frac{0.7535}{1.10} = 0.6850$

- حساب الجهد الناظمي N_U

$$N_U = 1.35 \times G + 1.50 \times Q$$

$$N_U = 1.35 \times 800 + 1.50 \times 685$$

0.50ن $N_U = 2107.50\text{kN}$

- حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = \frac{\pi(D-2)^2}{4} = \frac{\pi(40-2)^2}{4}$$

0.25ن $B_r = 1134.11\text{cm}^2$

- حساب مقطع التسليح النظري A_{th}

$$A_{th} \geq \left[\frac{N_U}{\alpha'} - \frac{B_r \times f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b}\right]\frac{\gamma_s}{f_e}$$

$$A_{th} \geq \left[\frac{2107.50 \times 10^2}{0.6850} - \frac{1134.11 \times 300}{0.9 \times 1.50}\right]\frac{1.15}{4000}$$

0.75ن $A_{th} \geq 15.9964\text{cm}^2 \approx 16\text{cm}^2$

- حساب مقطع التسليح الأدنى $A_{\min}$

$$u = \pi \times D = \pi \times 0.40$$

$$u = 1.26\text{m}$$

$$B = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 40^2}{4}$$

$$B = 1256.64\text{cm}^2$$

$$A_{\min} = Max\left(4u; \frac{0.2 \times B}{100}\right) = Max\left(4 \times 1.26; \frac{0.20 \times 1256.64}{100}\right)$$

$$A_{\min} = Max\,(5.04; 2.51)$$

0.50ن $A_{\min} = 5.04\text{cm}^2$

- حساب مقطع التسليح المحسوب $A_{S_{calc}}$

0.50ن $A_{S_{calc}} = Max\,\{A_{th}; A_{\min}\} \rightarrow Max\,\{16; 5.04\} \rightarrow A_{S_{calc}} = 16\text{cm}^2$

0.50ن - اختيار مقطع التسليح الحقيقي: من جدول التسليح نختار: 8HA16 حيث $A_s = 16.08\text{cm}^2$

2- حساب التسليح العرضي المناسب:

نختار: $\phi_t \geq \frac{\phi_{L\max}}{3} = \frac{16}{3} = 5.33\text{mm}$

0.25ن $\phi_t = 6\text{mm}$

التباعد:

$S_t \le Min\left\{(15\times\phi_{L\min});40\text{cm};(D+10\text{cm})\right\}$

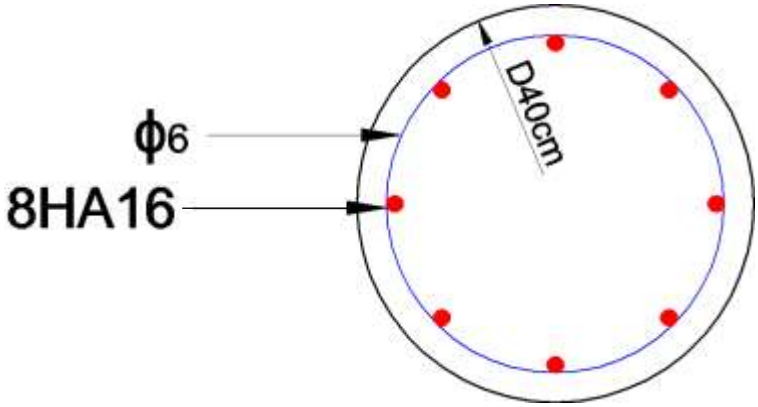
$S_t \le Min\left\{(15\times1.6)\text{cm};40\text{cm};(40+10)\text{cm}\right\}$

0.25ن $S_t \le 24\text{cm}$

نأخذ: $S_t = 24\text{cm}$

3- رسم تسليح مقطع العمود:

0.50ن



البناء:

04ن ------- **النشاط الأول: حساب المساحات**----------

1- حساب السمت الإحداثي G_{AB}

0.25ن $\Delta X_{AB} = X_B - X_A = 120-50 = 70 > 0$

0.25ن $\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = 200-150 = 50 > 0$

$\rightarrow G_{AB} = g$

0.25ن $g = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{70}{50}\right) \rightarrow g = 60.514\text{gr}$

0.25ن $G_{AB} = 60.514\text{gr}$

- حساب المسافة L_{AB}

$L_{AB} = \sqrt{(\Delta X_{AB})^2 + (\Delta Y_{AB})^2} = \sqrt{70^2+50^2}$

0.25ن $L_{AB} = 86.02\text{m}$

- استنتاج الزاوية α

$\alpha = G_{AD} - G_{AB}$

$G_{DA} = 18.555\text{gr} < 200\text{gr} \rightarrow G_{AD} = G_{DA} + 200$

0.25ن $G_{AD} = 218.555\text{gr}$

0.25ن α=218.555-60.514

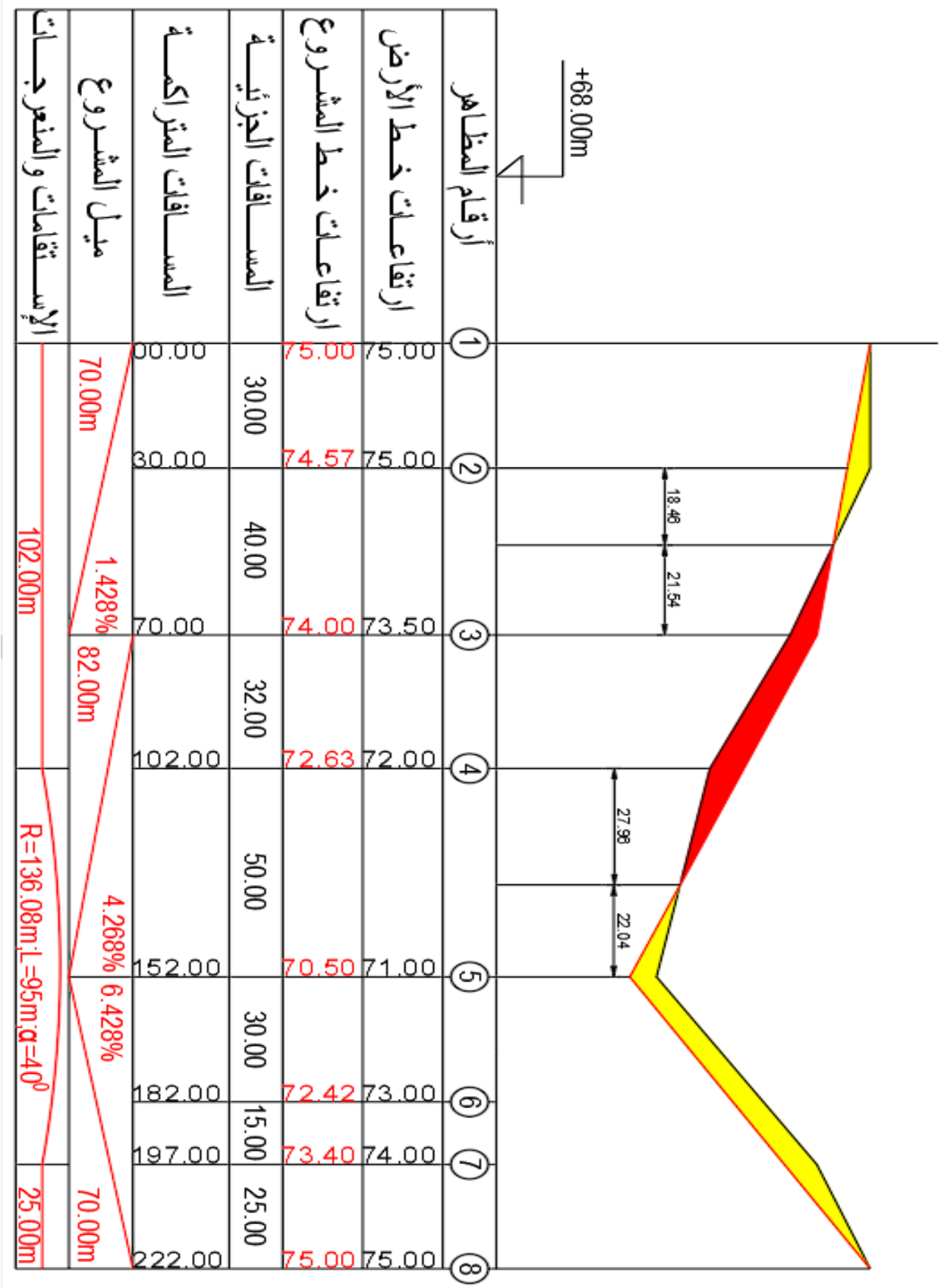
0.25ن α=158.041gr

2- حساب المساحة S_{DAB}:

		$S_{DAB} = \frac{1}{2} \times L_{AB} \times L_{AD} \times \sin(\alpha)$
	0.25ن	$S_{DAB} = \frac{1}{2} \times 86.02 \times 104.40 \times \sin(158.041)$
	0.25ن	$S_{DAB} = 2749.87\text{m}^2$
		3- حساب الزاوية β
		$\beta = 400 - G_{CD} + G_{CB}$
		$G_{BC} = 212.567\text{gr} > 200\text{gr} \rightarrow G_{CB} = 200 - G_{BC}$
		$G_{CB} = 212.567 - 200$
	0.25ن	$G_{CB} = 12.567\text{gr}$
	0.25ن	$\beta = 400 - 264.438 + 12.567$
	0.25ن	$\beta = 148.129\text{gr}$
		4- حساب المساحة S_{BCD}:
		$S_{BCD} = \frac{1}{2} \times L_{BC} \times L_{CD} \times \sin(\beta)$
	0.25ن	$S_{BCD} = \frac{1}{2} \times 101.98 \times 94.34 \times \sin(148.129)$
	0.25ن	$S_{BCD} = 3499.95\text{m}^2$
		5- تحقق من مساحة قطعة الأرض S_{ABCD}
		$S_{ABCD} = S_{DAB} + S_{BCD}$
		$S_{ABCD} = 2749.87 + 3499.95$
	0.25ن	$S_{ABCD} = 6249.82\text{m}^2 \approx 6250\text{m}^2$
		ومنه النتائج صحيحة.
04ن	-------	**النشاط الثاني: الطرق**----------
	0.50ن	1- تصنيف الطرق:
	0.50ن	-التصنيف الإداري: الطرق البلدية -الطرق الولائية -الطرق الوطنية-الطرق السريعة. -التصنيف التقني: الصنف الإستثنائي 120كلم/سا - الصنف الأول 100كلم/سا - الصنف الثاني 80كلم/سا - الصنف الثالث 60كلم/سا - الصنف الرابع 40كلم/سا
		2- <u>الجدول</u>:
	0.50ن	• مناسيب خط المشروع----------
	1.00ن	• المسافات الجزئية و المتراكمة----------
	0.25ن	• الميول----------
	0.25ن	• التراصفات والنعرجات----------

الرسم:

- تمثيل خط الأرض الطبيعية---------- 0.25ن
- تمثيل خط المشروع ---------- 0.25ن
- المظاهر الوهمية---------- 0.25ن
- تعين مناطق الحفر والردم ---------- 0.25ن



أرقام المظاهر	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ارتفاعات خط الأرض	75.00	75.00	73.50	72.00	71.00	73.00	74.00	75.00
ارتفاعات خط المشروع	75.00	74.57	74.00	72.63	70.50	72.42	73.40	75.00
المسافات الجزئية		30.00	40.00	32.00	50.00	30.00	15.00	25.00
المسافات المتراكمة	00.00	30.00	70.00	102.00	152.00	182.00	197.00	222.00
ميل المشروع		70.00m	1.428%	82.00m	4.268%	6.428%	70.00m	
الإستقامات والمنعرجات			102.00m		R=136.08m;L=95m;α=40°			25.00m

المجموع	20ن