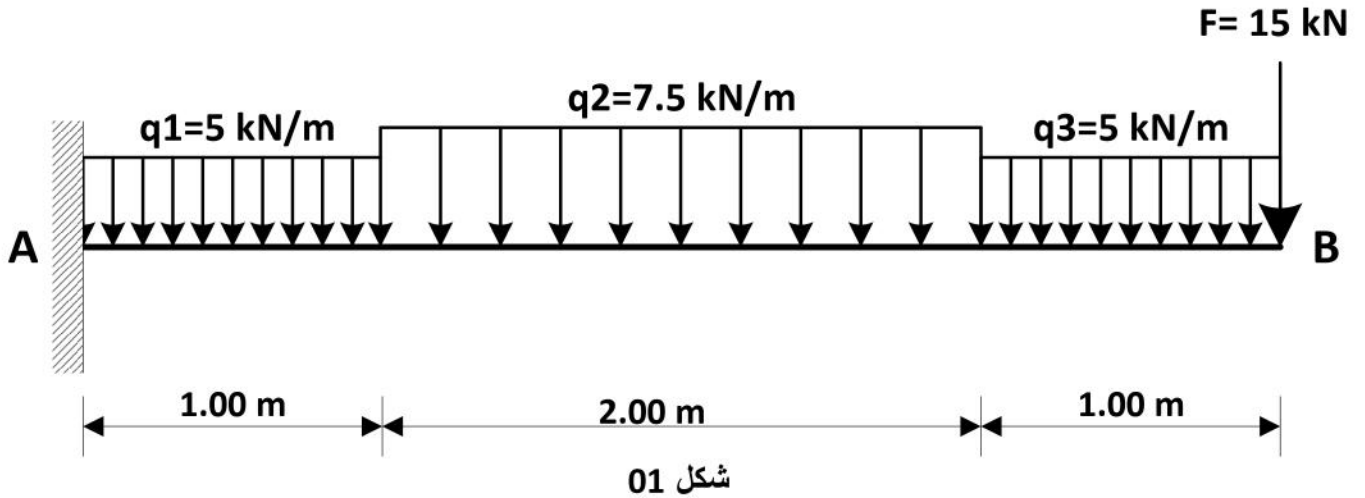


يتعلق الموضوع بدراسة انجاز تغطية لموقف سيارات داخل إحدى المؤسسات

الميكانيك التطبيقية:

النشاط الأول:

لحمل غطاء الموقف اقترح استعمال روافد من مجنبات فولاذية ، مدمجة في أحد أطرافها حيث تتعرض لجملة من الحمولات إضافة لتقلها الذاتي كما هو موضح في الشكل 01:

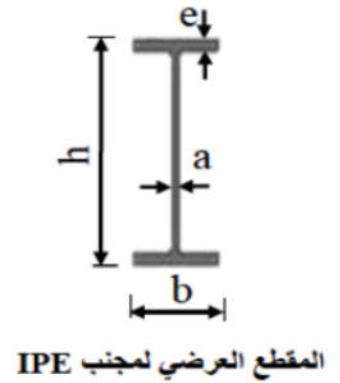


العمل المطلوب:

- 1) أحسب ردود الفعل عند المسند A.
- 2) أكتب معادلات الجهد القاطع  $T(x)$  وعزم الانحناء  $Mf(x)$  على طول الرافدة، ثم ارسم منحنييهما (اختر سلم رسم مناسب).
- 3) استنتج  $T_{max}$  و  $Mf_{max}$ .
- 4) حدد من الجدول المرفق المجنب الكافي لمقاومة عزم انحناء الرافدة علما أن:  $\bar{\sigma} = 160 MPa$

5) تحقق من مقاومة هذا المجنب للجهد القاطع علما أن:  $\bar{\tau} = 1100 \text{ daN/cm}^2$  و العزم السكوني الأقصى (بين محور المقطع وطرفه) بالنسبة للمحور الحيادي هو:  $S_{max/xx'} = 402 \text{ cm}^3$

المجنب IPE	الأبعاد				المساحة A (cm <sup>2</sup> )	عزم العطالة I <sub>/xx'</sub> (cm <sup>4</sup> )	معامل المقاومة W <sub>/xx'</sub> (cm <sup>3</sup> )
	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)			
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
300	300	150	7,1	10,7	53,81	8356	557,1
330	330	160	7,5	11,5	62,61	11770	713,1



### النشاط الثاني:

قصد تخفيف تكاليف انجاز التغطية، اقترح استعمال وحدات من الأنظمة المثلثية لدعم الغطاء كما هو موضح في

### الشكل 02

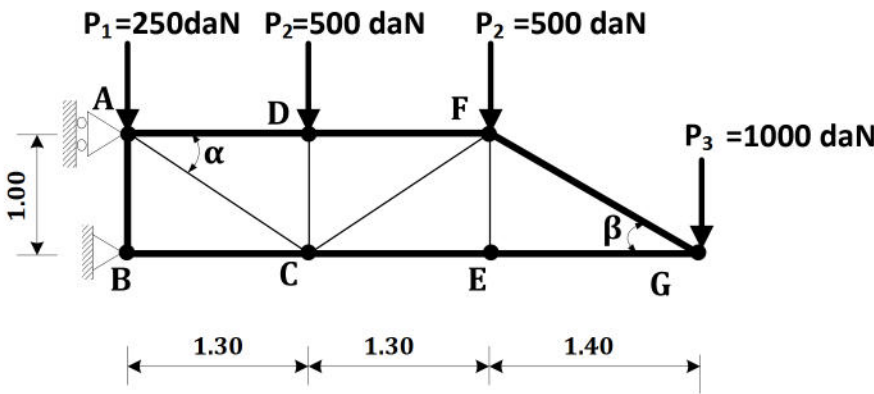
حيث أن:

- **A** مسند بسيط و **B** مسند مزدوج.
- يستعمل نوعان من القضبان:

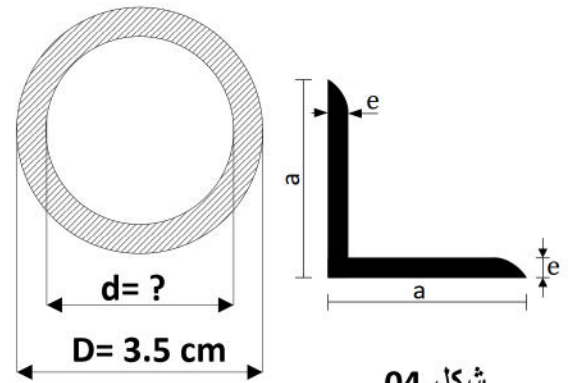
• دائرية مجوفة بالنسبة للقضبان الخارجية (AD, DF, FG, BC, CE, EG) الشكل 03

• مجنبت زاوية بالنسبة للقضبان الداخلية (AC, DC, CF, FE) الشكل 04

- الإجهاد الناظمي المسموح به لجميع القضبان هو:  $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN/cm}^2$



شكل 02



شكل 03

شكل 04

يعطى:  $\{\cos \beta = 0.814 \mid \sin \beta = 0.581\}$  و  $\{\cos \alpha = 0.793 \mid \sin \alpha = 0.610\}$

المطلوب:

- (1) تحقق أن النظام محدد سكونيا.
- (2) أحسب ردود الأفعال في المسندين.
- (3) أحسب الجهود في جميع القضبان ، ثم دون النتائج في جدول مبينا نوع التحريض.
- (4) إذا علمت أن:  $N_{max} = N_{BC} = 5950 \text{ daN}$  أوجد القطر الداخلي الأقصى لمقطع القضيب ( $d_{max}$ ) الذي يضمن المقاومة.
- (5) من خلال الجدول المرافق، حدد المجنب الزاوي اللازم والكافي للقضبان الداخلية.

التعيين	الأبعاد		المقطع	بالنسبة لـ 'xx'	
	a (mm)	e (mm)		$I_{xx'}$ (cm <sup>4</sup> )	$W_{/xx'}$ (cm <sup>3</sup> )
L					
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	4,5	10,96	3,05
60×60×6	60	6	6,91	22,79	5,29

بناء:

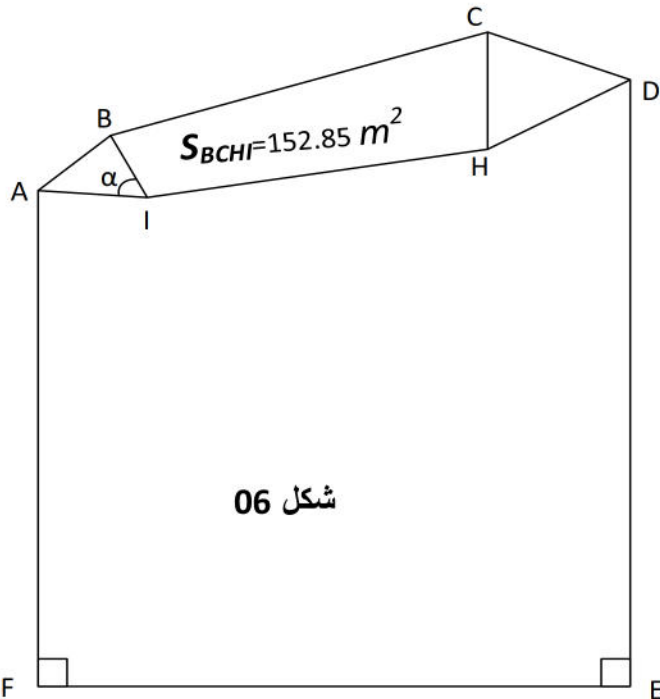
النشاط الأول:

يمثل المضلع  $ABCDEF$  في الشكل 06 القطعة الأرضية الخاصة بالمؤسسة بينما يمثل المضلع

$ABCDHI$  المساحة المخصصة لموقف السيارات.

يعطى:  $L_{CH}=8 \text{ m}$  ،  $L_{IB}=5 \text{ m}$  ،  $L_{AI}=7.51 \text{ m}$  ،  $L_{AF}=35 \text{ m}$

(  $AF$  موازي لمحور الترتيب ) و  $S_{BCHI}=152.85 \text{ m}^2$



النقطة	X(m)	Y(m)
A	600	300
B	605	304
C	630	311
D	640	308

### المطلوب:

- ( استنتج احداثيتي النقطتين و .
- ( أحسب مساحة القطعة الأرضية  $BCDEF$  .
- ( أحسب كلا من  $CD$  و  $CD$  .
- ( إذا علمت أن  $(HC)$  يوازي  $(ED)$  استنتج سمت الاحداثي  $CH$  .
- ( أحسب المساحة  $CDH$  .
- ( أحسب قياس الزاوية (تعطى مساحة موقف السيارات  $ABCDHI=208.68 m^2$ )

### النشاط الثاني:

قررت المصالح التقنية انجاز وتهيئة طريق يمتد من المظهر  $P1$  حتى المظهر 7 حيث:

رقم المظهر العرضي	1	2	3	4	5	6	7
مناسيب التربة ط ( )	150	151	152	153	154	153	152

يعطى منسوب خط المشروع عند  $1 : 51m$  وعند  $7 : 152m$

تعطى المسافات الجزئية: من  $P1$  إلى  $P2 : 40m$

من  $P3$  إلى  $4 : 45m$

من  $P5$  إلى  $6 : 25m$

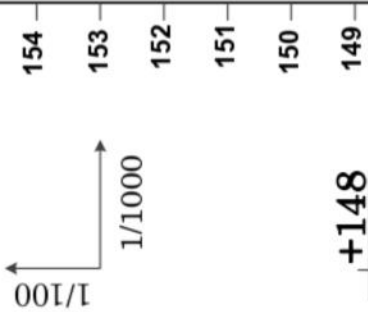
ومن  $P6$  إلى  $7 : 35m$

### المطلوب:

- أتم رسم مخطط المظهر الطولي موضحا جميع البيانات على الجدول في الوثيقة المرفقة وحدد المظاهر الوهمية إن وجدت.

الاسم: .....  
اللقب: .....

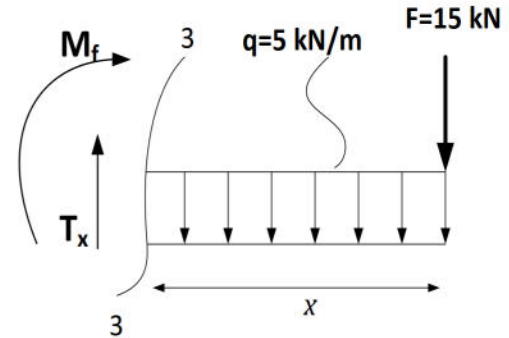
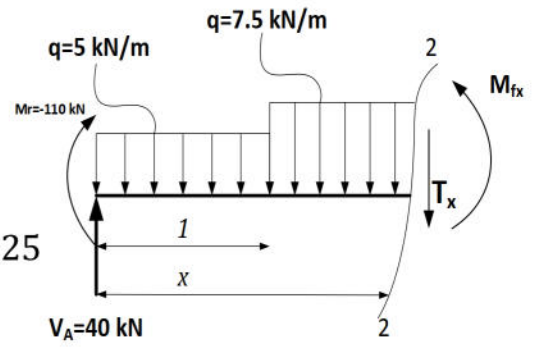
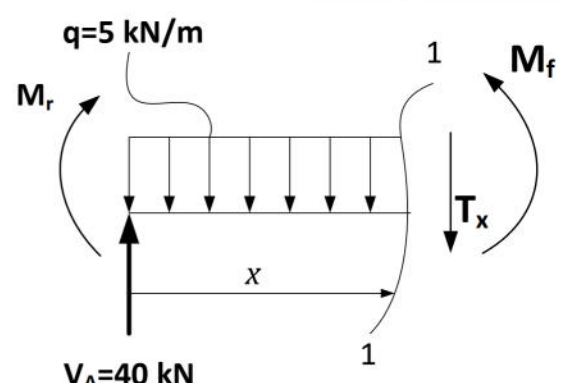
تعاود هذه الورقة مع أوراق الاجابة



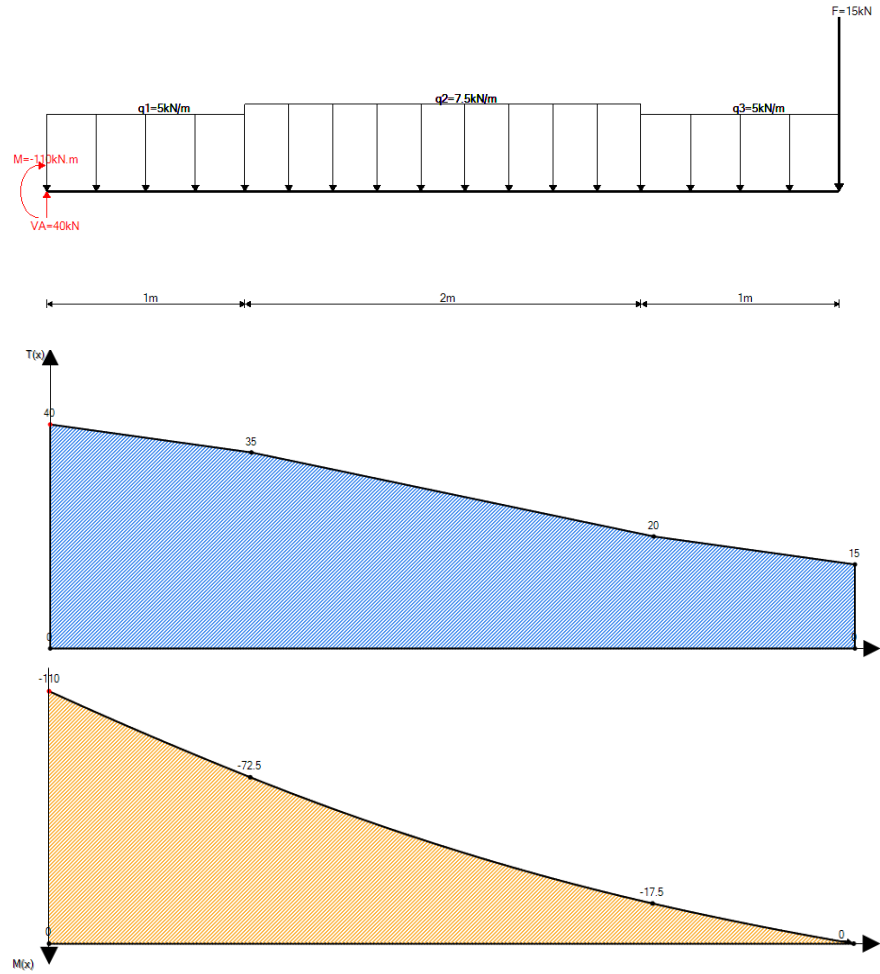
أرقام المظاهر							
مناسيب الارض الطبيعية	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
مناسيب نقاط المشروع	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
المسافات الجزئية	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
المسافات المتراكمة	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ميول المشروع							
المنعطفات و التراصفات						$\alpha=55^\circ$ $R=30m$ $L=.....$	$\alpha=42^\circ$ $R=50m$ $L=.....$



العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		<p>الميكانيك المطبقة (12 نقطة) النشاط الأول: (07 نقاط) <u>(1) حساب ردود الأفعال:</u></p>
0.25		$\Sigma F_{/X} = 0 \Rightarrow H_A = 0$
0.25		$\Sigma F_{/Y} = 0 \Rightarrow V_A = 40 \text{ kN}$
0.25		$\Sigma M_{/A} = 0 \Rightarrow M_A = -110 \text{ kN}$
		<p><u>(2) كتابة معادلات الجهد القاطع <math>T</math> وعزم الانحناء <math>M_f</math>:</u></p> <p><u>المقطع 1-1: <math>0 \leq x \leq 1</math></u></p>
0.25		$T(x) = -5x + 40$
2×0.25		$\Rightarrow T(0) = 40 \text{ kN}$ $T(1) = 35 \text{ kN}$
0.25		$M_f(x) = -2.5x^2 + 40x - 110$
2×0.25		$\Rightarrow M_f(0) = -110 \text{ kN.m}$ $M_f(1) = -72.5 \text{ kN.m}$
		<p><u>المقطع 2-2: <math>1 \leq x \leq 3</math></u></p>
0.25		$T(x) = -7.5x + 42.5$
2×0.25		$\Rightarrow T(1) = 35 \text{ kN}$ $T(3) = 20 \text{ kN}$
0.25		$M_f(x) = -3.75x^2 + 42.5x - 111.25$
2×0.25		$\Rightarrow M_f(1) = 27.5 \text{ kN.m}$ $M_f(2) = 50 \text{ kN.m}$
		<p><u>المقطع 3-3: <math>1 \geq x \geq 0</math></u></p>
0.25		$T(x) = 5x + 15$
2×0.25		$\Rightarrow T(0) = -15 \text{ kN}$ $T(1) = 20 \text{ kN}$
0.25		$M_f(x) = -2.5x^2 - 15x$
2×0.25		$\Rightarrow M_f(0) = 0 \text{ kN.m}$ $M_f(1) = -17.5 \text{ kN.m}$



(3) رسم منحنيي الجهد والقاطع وعزم الانحناء:



0.50

0.50

(4) استنتاج قيمة  $max$  و  $f_{max}$ :

$$T_{max} = 40 \text{ kN}, \quad M_{fmax} = 110 \text{ kN.m}$$

(5) حساب أبعاد المقطع:

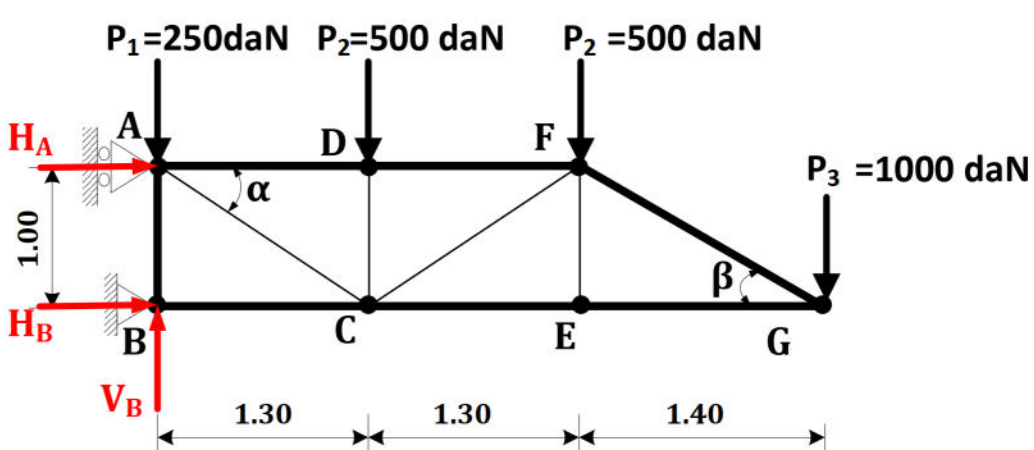
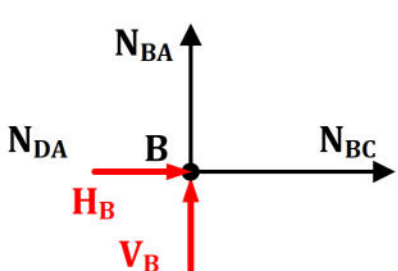
$$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{M_{fmax}}{W_{xx'}} \leq \bar{\sigma}$$

0.25

$$W_{xx'} = \frac{110 \times 10^5}{160 \times 10^2} = 687.5 \text{ cm}^2$$

نختار من الجدول المجدب IPE330 حيث:  $W_{xx'} = 713.1 \text{ cm}^3$

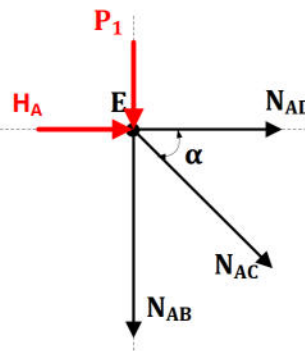
2×0.125

0.25		<p>(6) التحقق من شرط المقاومة الثاني: <math>\tau_{max} \leq \bar{\tau}</math></p> $\tau_{max} = \frac{T_{max} \times S_{max/xx'}}{I_{xx'} \times b} = \frac{40 \times 100 \times 402}{11770 \times 0.75} \cong 182.15 \text{ daN/cm}^2$ $\tau_{max} \leq 1100 \text{ daN/cm}^2$ <p>ملاحظة: تؤخذ قيم <math>I_{xx'}</math> و <math>b</math> من الجدول، حيث أن <math>b</math> هو عرض المقطع عند المحور الحديادي.</p> <p>(محققة) <math>\tau_{max} \leq \bar{\tau}</math></p>
07	0.25	<p>الانشط الأول: (05 نقاط)</p> <p>(1) التأكد أن النظام محدد سكونيا:</p> <p>محقة <math>b = 2n - 3</math></p> <p><math>n = 7 \rightarrow 2n - 3 = 11</math> <math>b = 11</math></p> <p>ومنه النظام متوازن داخليا ومحدد سكونيا.</p> <p>(2) حساب ردود الأفعال في المسندين:</p>  <p><math>\Sigma F/x = 0 \Rightarrow H_B + H_A = 0</math></p> <p>0.25 <math>\Sigma F/y = 0 \Rightarrow V_B = 2250 \text{ daN}</math></p> <p>0.25 <math>\Sigma M/A = 0 \Rightarrow H_B = 5950 \text{ daN}</math></p> <p>0.25 <math>\Sigma M/B = 0 \Rightarrow H_A = -5950 \text{ daN}</math></p> <p><math>H_A + H_B = 0</math> ... محقة</p> <p>(3) حساب الجهود الداخلية في القضبان:</p> <p>• عزل العقدة B:</p>  $\begin{cases} \Sigma F/y = 0 \Rightarrow V_B + N_{BA} = 0 \\ \Sigma F/x = 0 \Rightarrow N_{BC} + H_B = 0 \end{cases}$ $\Rightarrow \begin{cases} N_{BA} = -2250 \text{ daN} \\ N_{BC} = -5950 \text{ daN} \end{cases}$



• عزل العقدة A:

0.25  
0.25

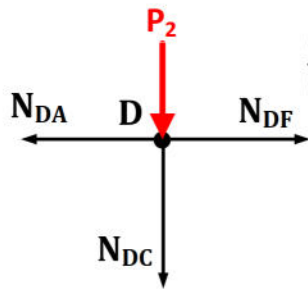


$$\begin{cases} \Sigma F/y = 0 \Rightarrow -P_1 - N_{AB} - N_{AC} \times \sin \alpha = 0 \\ \Sigma F/x = 0 \Rightarrow H_A + N_{AD} + N_{AC} \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_{AC} = 3280.24 \text{ daN} \\ N_{AD} = 3350 \text{ daN} \end{cases}$$

• عزل العقدة D:

0.25  
0.25

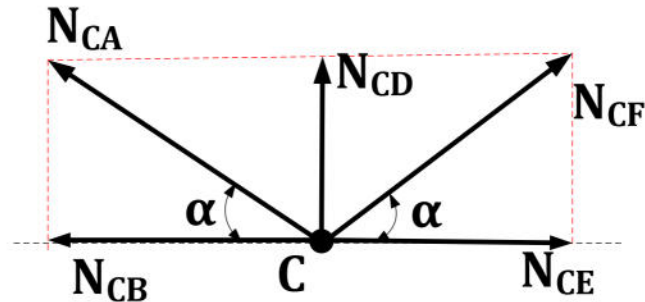


$$\begin{cases} \Sigma F/y = 0 \Rightarrow -P_2 - N_{DC} = 0 \\ \Sigma F/x = 0 \Rightarrow -N_{AD} + N_{DF} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_{DC} = -500 \text{ daN} \\ N_{DF} = 3350 \text{ daN} \end{cases}$$

• عزل العقدة C:

0.25  
0.25

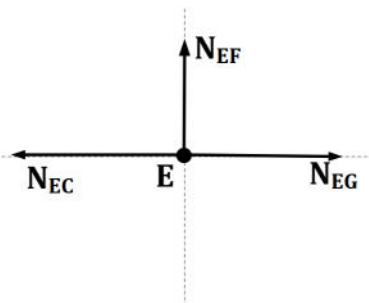


$$\begin{cases} \Sigma F/y = 0 \Rightarrow N_{CD} + N_{CF} \times \sin \alpha + N_{CA} \times \sin \alpha = 0 \\ \Sigma F/x = 0 \Rightarrow N_{CE} - N_{CB} - N_{CA} \times \cos \alpha + N_{CF} \times \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_{CF} = -2460.18 \text{ daN} \\ N_{CE} = -1400 \text{ daN} \end{cases}$$

عزل العقدة E:

0.25  
0.25

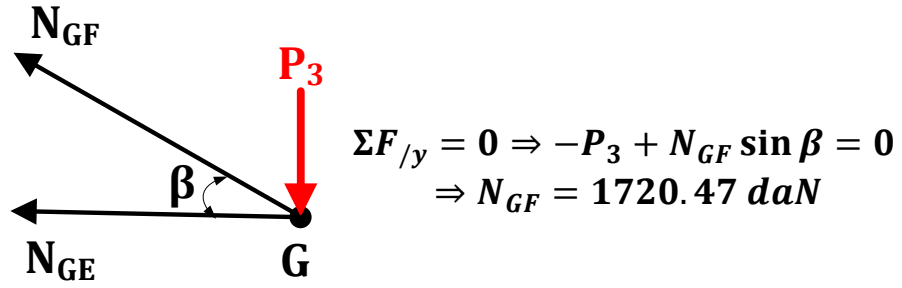


$$\begin{cases} \Sigma F/y = 0 \Rightarrow N_{EF} = 0 \\ \Sigma F/x = 0 \Rightarrow -N_{EC} + N_{EE} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_{EF} = 0 \\ N_{EE} = -1400 \text{ daN} \end{cases}$$

عزل العقدة G:

0.25



$$\Sigma F_{/y} = 0 \Rightarrow -P_3 + N_{GF} \sin \beta = 0$$

$$\Rightarrow N_{GF} = 1720.47 \text{ daN}$$

0.5

• جدول النتائج:

الطبيعة	الشدة (daN)	القضيب
انضغاط	2250	$N_{AB}$
شد	3280.24	$N_{AC}$
شد	3350	$N_{AD} = N_{DF}$
انضغاط	5950	$N_{BC}$
انضغاط	1400	$N_{CE} = N_{EG}$
انضغاط	500	$N_{CD}$
انضغاط	2460.18	$N_{CF}$
تركبي	0	$N_{EF}$
شد	1720.47	$N_{GF}$

(4) حساب القطر الداخلي الأقصى لمقطع القضبان بتطبيق شرط المقاومة نجد:

$$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{N_{max}}{S} \leq \bar{\sigma}$$

$$\Rightarrow S \geq \frac{N_{max}}{\bar{\sigma}} \Rightarrow \frac{\pi \times D^2}{4} - \frac{\pi \times d^2}{4} \geq \frac{N_{max}}{\bar{\sigma}}$$

$$\Rightarrow -\frac{\pi \times d^2}{4} \geq \frac{N_{max}}{\bar{\sigma}} - \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$\Rightarrow -d^2 \geq \left( \frac{N_{max}}{\bar{\sigma}} - \frac{\pi \times D^2}{4} \right) \times \frac{4}{\pi}$$

$$\Rightarrow d^2 \leq -\left( \frac{N_{max}}{\bar{\sigma}} - \frac{\pi \times D^2}{4} \right) \times \frac{4}{\pi}$$

$$\Rightarrow d \leq \sqrt{-\left( \frac{N_{max}}{\bar{\sigma}} - \frac{\pi \times D^2}{4} \right) \times \frac{4}{\pi}} \cong 2.74 \text{ cm}$$

0.5

(5) تحديد المجنب المناسب للقضبان الداخلية بتطبيق شرط المقاومة نجد:

- حيث  $max \leq \bar{\sigma}$  و  $max = \frac{N_{max}}{S}$  ومنه  $max \geq \frac{N_{max}}{\bar{\sigma}}$  بالنسبة للقضبان الداخلية هو:  $N_{AC} = 3280.24 \text{ daN}$

		$S \geq \frac{3280.24}{1600} \cong 2.05 \text{ cm}^2$ <p>من خلال الجدول المجنب المناسب هو: L(35x35x3.5) حيث: <math>S=2.39 \text{ cm}^2</math></p>
0.25		
05		<p><b>البناء: (08 نقاط)</b>  <b>النشاط الأول: (05 نقاط)</b></p> <p>(1) استنتاج إحداثياتي النقطتين E و F:  من خلال الشكل نلاحظ أن:</p> $X_F = X_A = 600 \text{ m}, Y_F = Y_A - 35 = 265 \text{ m}$ $X_E = X_D = 640 \text{ m}, Y_E = Y_F = 265 \text{ m}$ <p>(2) حساب المساحة <math>S_{ABCDEF}</math>:</p> $S_{ABCDEF} = \frac{1}{2} \sum X_n(Y_{n-1} - Y_{n+1}) = 1692.5 \text{ m}^2$ <p>(3) حساب <math>L_{CD}</math> و <math>G_{CD}</math>:  • حساب الطول <math>L_{CD}</math>:</p> $L_{CD} = \sqrt{\Delta X_{CD}^2 + \Delta Y_{CD}^2} = 10.44 \text{ m}$ <p>• حساب السميت <math>G_{CD}</math>:  ✓ حساب فروق الفواصل والاتر اتيب:</p> $\left. \begin{array}{l} \Delta X_{CD} = X_D - X_C = 10 > 0 \\ \Delta Y_{CD} = Y_D - Y_C = -3 < 0 \end{array} \right\} G_{CD} = 200 - g$ <p>✓ حساب السميت المختصر (g):</p> $g = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta X_{CD}}{\Delta Y_{CD}}\right) = 81.44 \text{ gr}$ <p><math>G_{CD} = 200 - g = 118.55 \text{ gr}</math></p> <p>(4) استنتاج السميت <math>G_{CH}</math>:  بما أن (HC) يوزي (ED) و (ED) موزي لمحور الاتر اتيب (شمل لومبار) نستنتج أن السميت <math>G_{CH}</math> يمثل زاوية مستقيمة أي أن: <math>G_{CH} = 200 \text{ gr}</math></p> <p>(5) حساب المساحة <math>S_{CDH}</math>:</p> $S_{CDH} = \frac{1}{2} (L_{CH} \times L_{CD} \sin(G_{CH} - G_{CD}))$ $S_{CDH} = \frac{1}{2} (8 \times 10.44 \sin(200 - 118.55))$ $S_{CDH} = 40 \text{ m}^2$
0.5		
0.5		
01		
0.25		
0.25		
0.25		
0.25		
0.25		
0.50		

	0.50	<p>(6) حساب قيس الزاوية <math>\alpha</math>:                  • لدينا:  <math display="block">S_{ABI} = \frac{1}{2} L_{IB} \times L_{IA} \sin(\alpha) = 208.68 - (152.85 + 40) = 15.83 m^2</math>                 • ومنه:  <math display="block">\sin \alpha = \frac{2 \times 15.83}{L_{IB} \times L_{IA}} \Rightarrow \alpha = \sin^{-1}\left(\frac{2 \times 15.83}{5 \times 7.51}\right) = 63.86 gr</math></p>																																																								
04	0.25	<p>النشاط الثاني: (04 نقاط)</p> <p>(1) رسم المظهر الطولي: (الشكل رقم 02)                  (2) تكملة بيانات الجدول: (الشكل رقم 02)</p> <div style="text-align: center;"> <p>تعداد هذه الورقة مع أوراق الإجابة</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>أرقام المظاهر</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>منسوب نقاط التربة الطبيعية</td> <td>150.00</td> <td>151.00</td> <td>152.00</td> <td>153.00</td> <td>154.00</td> <td>155.00</td> <td>152.00</td> </tr> <tr> <td>منسوب نقاط المشروع</td> <td>151.00</td> <td>151.19</td> <td>151.33</td> <td>151.55</td> <td>151.72</td> <td>151.84</td> <td>152.00</td> </tr> <tr> <td>المسافات الجزئية</td> <td></td> <td>40.00</td> <td>28.78</td> <td>45.00</td> <td>36.63</td> <td>25.00</td> <td>35.00</td> </tr> <tr> <td>المسافات المتراكمة</td> <td>0.00</td> <td>40.00</td> <td>68.78</td> <td>113.78</td> <td>150.41</td> <td>175.41</td> <td>210.41</td> </tr> <tr> <td>ميل المشروع</td> <td colspan="7">0.0048</td> </tr> <tr> <td>المنحدرات و التراصفات</td> <td colspan="2">تراصف على طول 40.00 m</td> <td colspan="2">تراصف على طول 45.00 m</td> <td colspan="2">تراصف على طول 60.00 m</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> <p style="text-align: center;">الشكل رقم 02</p> <p>تحديد المظهر الوهمي: <math>x_1 = \frac{(151.19-151) \times 28.78}{(151.19-151)+(152-151.33)} = 6.36 m</math>  <math>x_2 = \frac{(152-151.33) \times 28.78}{(151.19-151)+(152-151.33)} = 22.42 m</math></p>	أرقام المظاهر	1	2	3	4	5	6	7	منسوب نقاط التربة الطبيعية	150.00	151.00	152.00	153.00	154.00	155.00	152.00	منسوب نقاط المشروع	151.00	151.19	151.33	151.55	151.72	151.84	152.00	المسافات الجزئية		40.00	28.78	45.00	36.63	25.00	35.00	المسافات المتراكمة	0.00	40.00	68.78	113.78	150.41	175.41	210.41	ميل المشروع	0.0048							المنحدرات و التراصفات	تراصف على طول 40.00 m		تراصف على طول 45.00 m		تراصف على طول 60.00 m		
أرقام المظاهر	1	2	3	4	5	6	7																																																			
منسوب نقاط التربة الطبيعية	150.00	151.00	152.00	153.00	154.00	155.00	152.00																																																			
منسوب نقاط المشروع	151.00	151.19	151.33	151.55	151.72	151.84	152.00																																																			
المسافات الجزئية		40.00	28.78	45.00	36.63	25.00	35.00																																																			
المسافات المتراكمة	0.00	40.00	68.78	113.78	150.41	175.41	210.41																																																			
ميل المشروع	0.0048																																																									
المنحدرات و التراصفات	تراصف على طول 40.00 m		تراصف على طول 45.00 m		تراصف على طول 60.00 m																																																					
04	20.00																																																									