

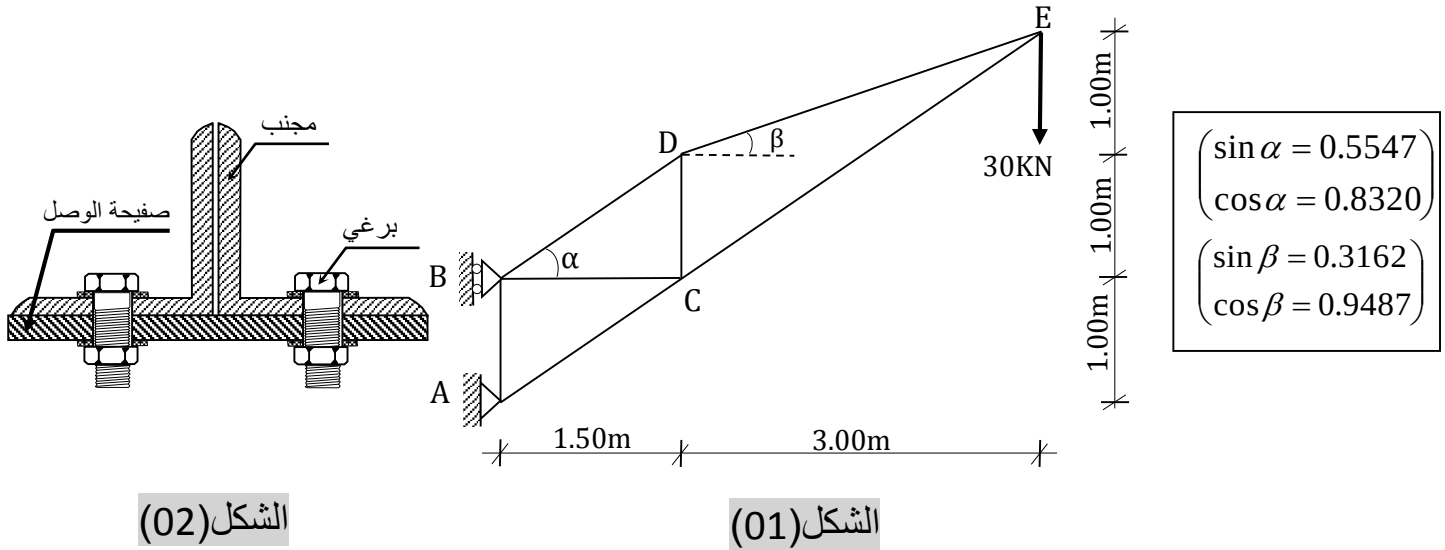
على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتين :

الموضوع الأول :

الميكانيك المطبقة (12 نقطة) :

نشاط الأول: دراسة نظام مثلي (06 نقاط)

ليكن النظام المثلي الموضح في (الشكل رقم: 01) حيث (A) مسند مضاعف و (B) مسند بسيط.
يتكون من قضبان معدنية متشابهة مقاطعها العرضي عبارة عن مجنبات زاوية مزدوجة أنظر: (الشكل رقم: 02).



الشكل (02)

الشكل (01)

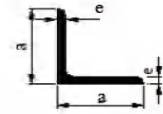
العمل المطلوب :

1. تأكد من أن النظام محدد سكونيا.
2. أحسب ردود الأفعال في المسندين (A)، (B)؟
3. أحسب الجهود الداخلية في القضبان مبينا طبيعتها باستعمال الطريقة التحليلية (عزل العقد).
4. دون النتائج المحصل عليها في جدول مبينا شدة وطبيعة القوى.
5. علما أن أقصى جهد داخلي يقدر بـ: $N_{\max} = 162,25 \text{ kN}$ والإجهاد المسموح به: $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN/cm}^2$.
 - استنتج من الجدول المرفق نوع المجنّب المناسب.

6. علما ان: قطر البرغي المستعمل هو: $d=20 \text{ mm}$ والاجهاد المماسي المسموح به هو: $\bar{\tau} = 1000 \text{ daN / cm}^2$.

• حدد عدد البراغي اللازم لربط القضيب AC حسب الشكل (02).

التعيين	الأبعاد		المقطع	بالنسبة لـ 'xx'	
	a (mm)	e (mm)		$I_{xx'}$ (cm^4)	$W_{xx'}$ (cm^3)
L			S (cm^2)		
30×30×3	30	3	1,74	1,4	0,65
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
70×70×7	70	7	9,4	42,3	8,41
80×80×8	80	8	12,27	72,25	12,58



الجدول المرفق

نشاط الثاني: (06 نقاط)

عمود من الخرسانة المسلحة داخل بناية خاضع لقوة انضغاط مركزية $N_U=1.6\text{MN}$

المعطيات :

- مقطع عمود الخرسانة دائري الشكل قطره: $D=35\text{cm}$.
- مقاومة الخرسانة للانضغاط : $f_{c28}=20\text{MPa}$ ، $\gamma_b=1.5$
- طول التحدب : $L_f=2.8\text{m}$
- تسليح الفولاذ من نوع HA مقاومته: $f_e=400\text{MPa}$ ، $\gamma_s=1.15$
- الحمولات تطبق بعد 90 يوم.

المطلوب :

- (1) أحسب مقطع التسليح الطولي
- (2) أحسب التسليح العرضي المناسب له
- (3) ارسم مقطع التسليح الطولي و العرضي للعمود.

العلاقات الضرورية :

$$B_r = \pi \frac{(D-2)^2}{4} , \quad \alpha = \frac{0.85}{1+0.2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} , \quad \lambda = 4 \cdot \frac{L_f}{D}$$

$$A_{\min} = \text{Max} \left\{ 4 \times U \left(\text{cm}^2 \right); 0.2\% B \left(\text{cm}^2 \right) \right\} , \quad A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \left\{ A_{th}; A_{\min} \right\} ,$$

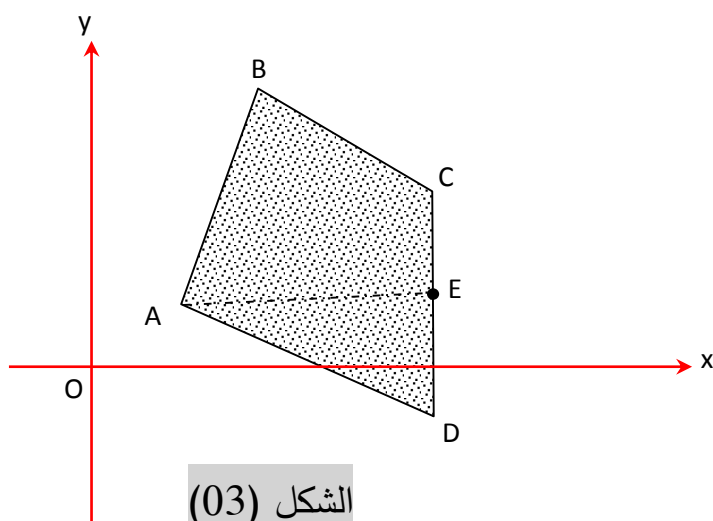
$$S_t = \min \{ 15 \phi l_{\min} ; 40 \text{ cm} ; (D + 10 \text{ cm}) \} ; \quad \phi_t \geq \frac{1}{3} \phi l_{\max}$$

الفطر Ø	وزن المتر	المقطع بوحدة (cm ²) لعدد من القضبان يقدر بـ									
mm	Kg/ml	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0.154	0.19	0.39	0.59	0.78	0.98	1.17	1.37	1.57	1.76	1.96
6	0.222	0.28	0.56	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.54	2.82
8	0.395	0.50	1.00	1.50	2.01	2.51	3.01	3.51	4.01	4.52	5.02
10	0.617	0.78	1.57	2.35	3.14	3.92	4.71	5.49	6.28	7.06	7.85
12	0.888	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.92	9.05	10.18	11.31
14	1.208	1.54	3.08	4.62	6.15	7.69	9.23	10.77	12.31	13.85	15.39
16	1.578	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09	20.10
20	2.466	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.99	25.13	28.27	31.41
25	3.853	4.91	9.82	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09
32	6.313	8.04	16.08	24.12	32.17	40.21	48.25	56.26	64.34	72.38	80.42
40	9.865	12.56	25.13	37.70	50.26	62.83	75.39	87.96	100.53	119.09	125.65

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول : طبوغرافيا (4.5 نقاط)

قطعة ارض ABCD ممثلة في الشكل (03) معرفة بإحداثياتها القائمة حسب الجدول الآتي :



النقاط	X(m)	Y(m)
A	20	10
B	40	70
C	80	50
D	80	-10
E	?	?

العمل المطلوب :

1) احسب مساحة قطعة الأرض S_{ABCD} باستعمال الإحداثيات القائمة .

2) لتكن النقطة E كما هي موضحة في الشكل السابق .

❖ احسب إحداثيات النقطة E علما أن : $S_{AED} = 900 \text{ m}^2$.

3) احسب السمات الإحداثي G_{ED} و G_{EA}

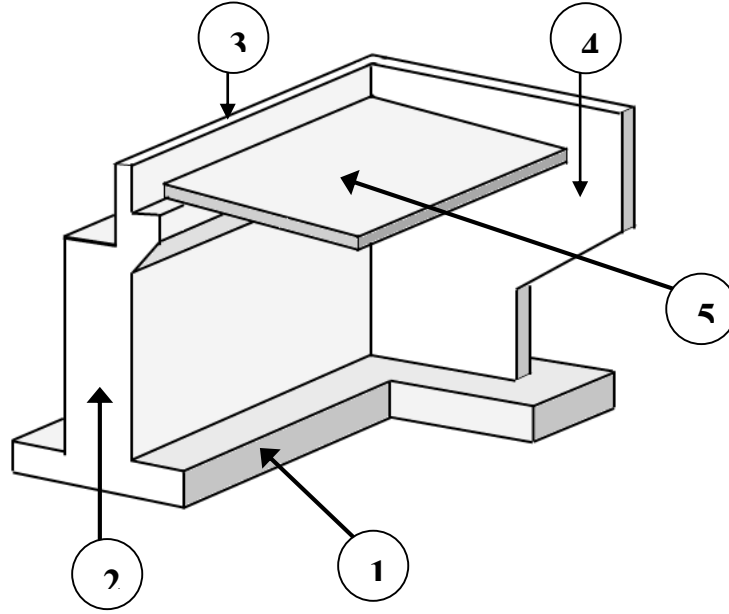
4) احسب الطولين L_{ED} و L_{EA} .

5) تحقق من مساحة قطعة الأرض S_{AED} باستعمال الإحداثيات القطبية.

الرسم الممثل في الشكل (04) هو عنصر من عناصر جسر ..

العمل المطلوب :

- 1- اذكر اسم هذا العنصر.
- 2- حدد اسماء العناصر المرقمة من 1 الى 5. وبين دور العنصر 5 .



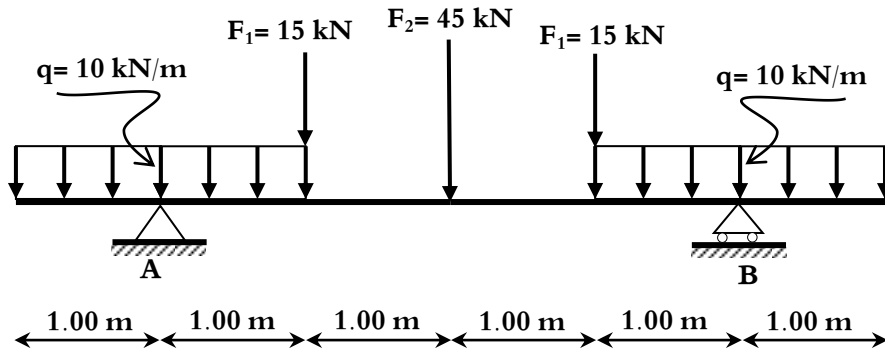
الشكل (04)

الموضوع الثاني :

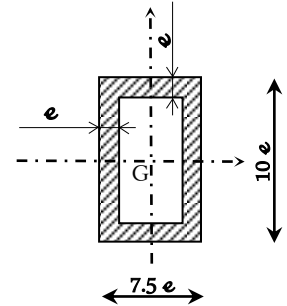
الميكانيك المطبقة (12 نقطة) :

نشاط الأول: دراسة نظام مثلي (07 نقاط)

إحدى روافد مبنى محملة كما يوضحه الشكل (01) ، حيث (A) مسند مضاعف و (B) مسند بسيط.



الشكل (01)



الشكل (02)

العمل المطلوب :

- 1- أحسب ردود الأفعال عند المسندين.
- 2- أكتب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ و عزم الإنحناء $Mf(x)$ على نصف طول الرافدة.
- 3- أرسم المنحنيين البيانيين لكل من $T(x)$ و $Mf(x)$ على نصف طول الرافدة
- 4- استنتج رسم المنحنيين البيانيين لكل من $T(x)$ و $Mf(x)$ على نصف طول الرافدة الباقي .
- (ينجز العمل على الوثيقة المرفقة الصفحة 08) .
- 5- إستنتج قيمة عزم الإنحناء الأعظمي Mf_{max} و الجهد القاطع T_{max} .
- 6- تحقق من ان معامل المقاومة لمقطع الرافدة الموضح في الشكل (02) هو: $\omega_{xx} = \frac{1171}{15} \times e^3$.
- 7- إذا اعتبرنا أن الرافدة تخضع إلى عزم انحناء أعظمي يقدر بـ $Mf_{max} = 60 \text{ KN.m}$ و $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN/cm}^2$.
✓ حدد قيمة e التي من اجلها يتحقق شرط المقاومة (تأخذ: e عدد طبيعي بالسنتيمتر).

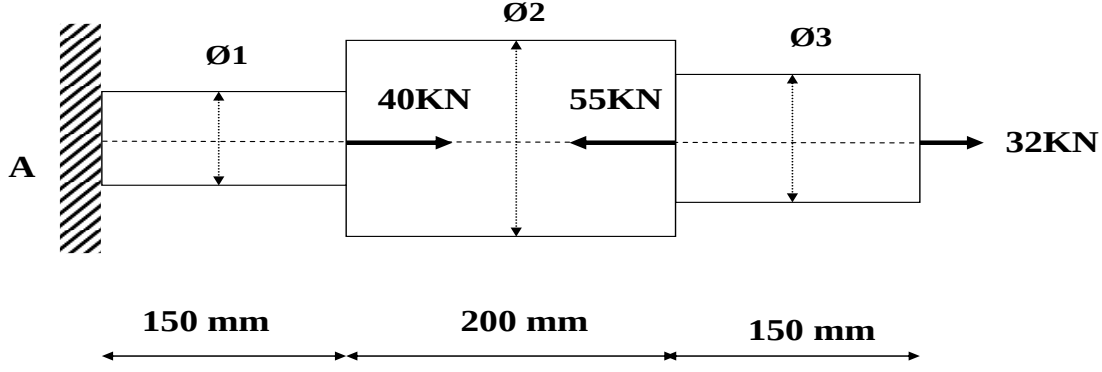
نشاط الثاني: دراسة قضيب من الفولاذ (05 نقاط)

قضيب دائري من الفولاذ موثوق في النقطة (A) تحت تأثير قوى محورية كما يوضحه (الشكل : 03).

✓ مساحة المقطع العرضي للقضيب غير ثابتة حيث أقطاره كالتالي :

$$\varnothing 1 = 15 \text{ mm} \quad \text{و} \quad \varnothing 2 = 30 \text{ mm} \quad \text{و} \quad \varnothing 3 = 20 \text{ mm}$$

✓ يعطى معامل المرونة الطولي للفولاذ : $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$



(الشكل : 03)

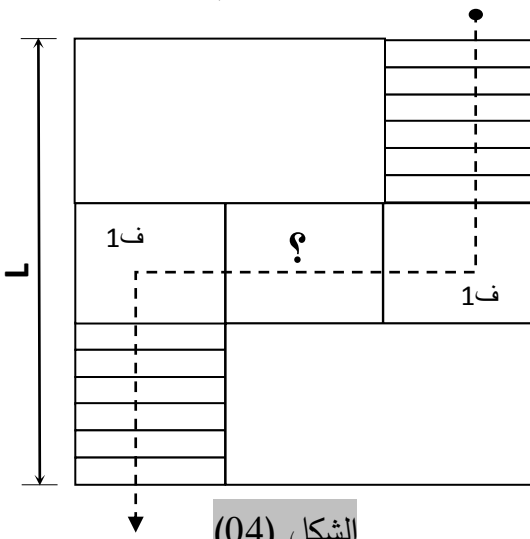
العمل المطلوب :

- 1- أحسب رد الفعل عند الوثاقة (A) .
- 2- حدد قيمة الجهد الناطمي (N)
- 3- احسب قيمة الاجهاد الناطمي (σ) في مختلف مقاطع القضيب .
- 4- أنشئ مخطط الاجهاد الناطمي (σ) على طول القضيب .
- 5- أحسب التشوه المطلق الكلي (ΔL) للقضيب و إستنتج طبيعته .

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول : الادراج (3.5 نقاط)

للانتقال من طابق أرضي إلى طابق أول في إحدى الورشات أنجز مدرج مستقيم كما يوضحه الشكل التالي:



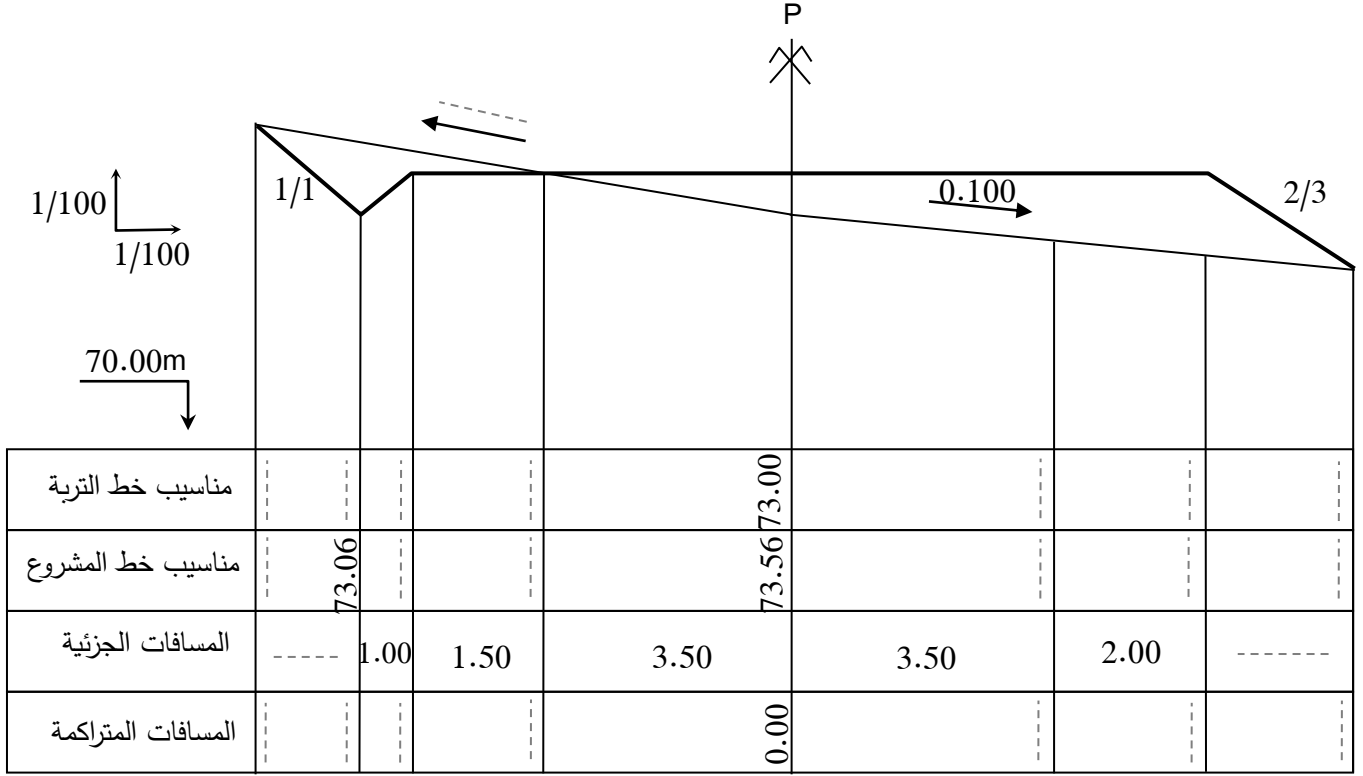
(الشكل : 04)

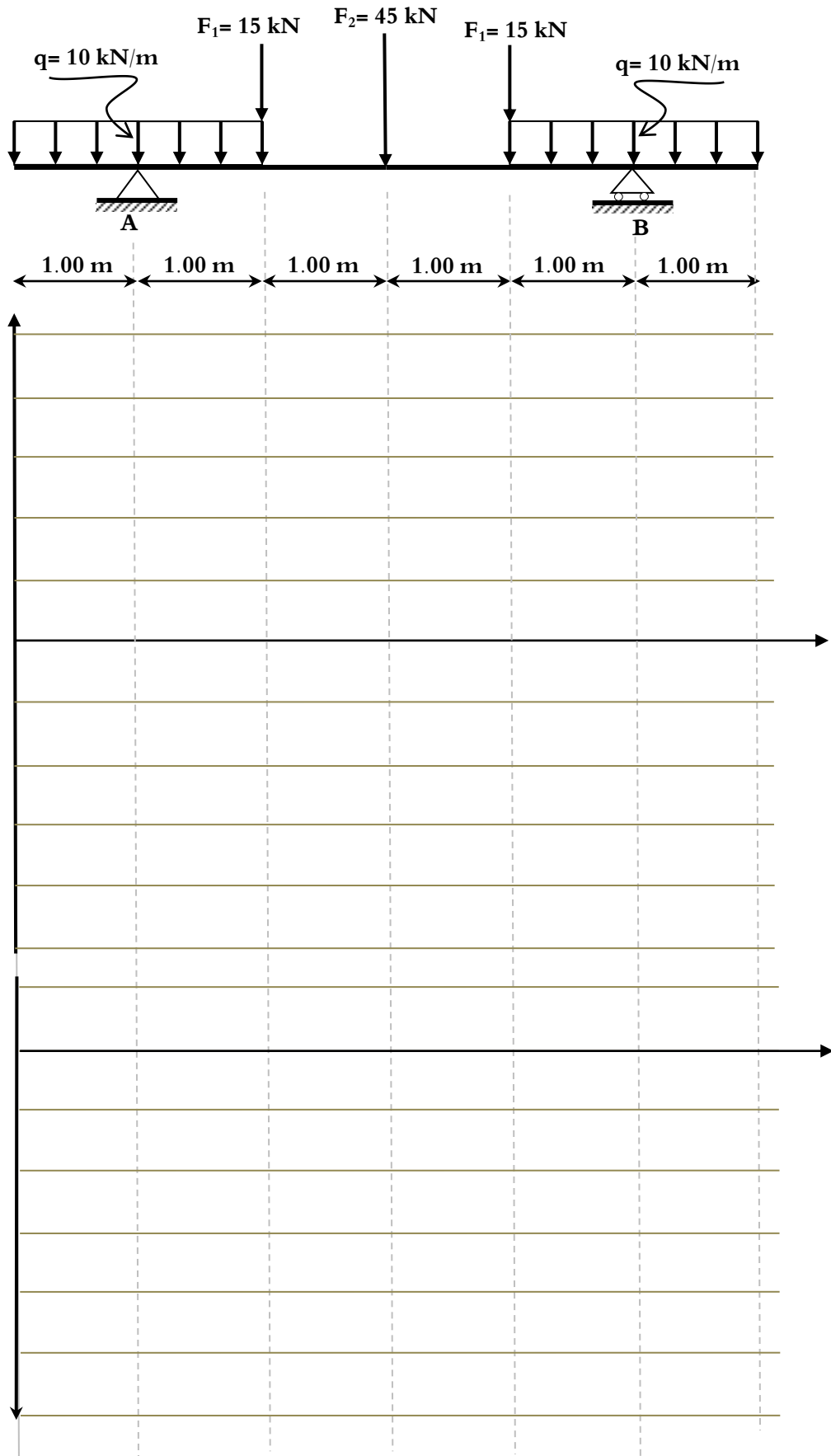
1. أذكر أنواع المدارج المستقيمة.
2. أذكر العناصر المكونة للمدرج في الشكل رقم : 04
3. علما أن ارتفاع الطابق H=3.15m و القائمة h=17.5cm .
- أحسب عدد الدرجات في القلبة الثانية.
4. احسب عرض الدرجة g .
5. اقترح طولاً للدرجة.
6. أحسب الطول (L) والعرض (b) لقفص المدارج.

ملاحظة : آخر درجة في كل قلبة توجد مع نفس المستوى مع الفاصل المرتبط معها .

النشاط الثاني: الطرقات - دراسة المقطع العرضي للطريق (4.5 نقاط)

1. عرف المظاهر العرضية للطريق .
2. أذكر خصائصها .
3. أكمل بيانات المظهر العرضي المرسوم على الورقة المرفقة .





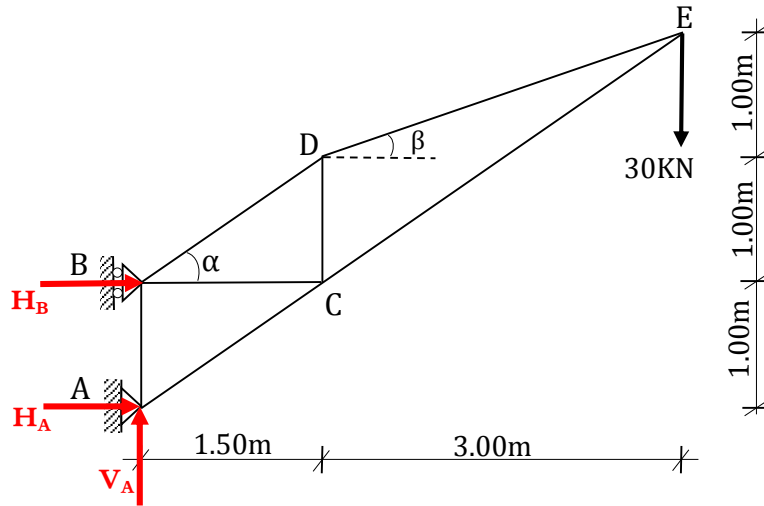
الاستنتاج:

الموضوع الأول:

الميكانيك المطبقة (12 نقطة) :

نشاط الأول: دراسة نظام مثلي (07 نقاط)

تمثيل ردود الأفعال في المساند :



1. التأكد من أن النظام محدد سكونيا :

$$2n-b=2 \times 5-7=3$$

منه النظام محدد سكونيا

2. حساب ردود الأفعال في المساند :

$$\star \sum F_{/Y} = 0 \Rightarrow V_A = 30 \text{ KN}$$

$$\star \sum M_{/B} = 0 \Rightarrow -(1) \times H_A + 4.5 \times 30 = 0$$

$$\Rightarrow H_A = 4.5 \times 30 \Rightarrow H_A = 135 \text{ KN}$$

$$\star \sum M_{/A} = 0 \Rightarrow 1 \times H_B + 4.5 \times 30 = 0$$

$$\Rightarrow H_B = -4.5 \times 30 \Rightarrow H_B = -135 \text{ KN}$$

$$\star \sum F_{/X} = 0 \Rightarrow H_A + H_B = 0$$

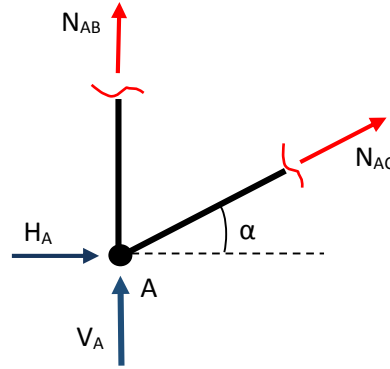
$$\Rightarrow 135 - 135 = 0$$

$$\Rightarrow 0 = 0 \quad \text{محققة}$$

التحقيق:

3. حساب القوى الداخلية في القضبان باستعمال طريقة عزل العقد:

1-3. عزل العقدة A :



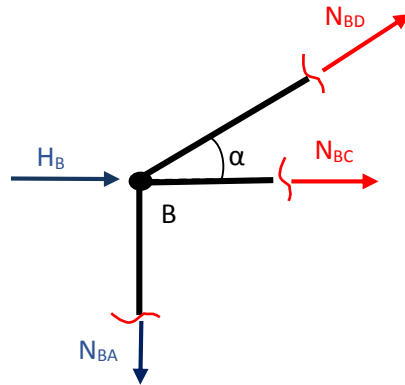
0.5

$$\begin{aligned} \star \sum F_{/X} = 0 &\Rightarrow H_A + N_{AC} \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow N_{AC} = \frac{-H_A}{\cos \alpha} = \frac{-135}{0.832} \\ &\Rightarrow N_{AC} = -162.26 \text{ KN} \rightarrow \text{انضغاط} \end{aligned}$$

0.5

$$\begin{aligned} \star \sum F_{/Y} = 0 &\Rightarrow V_A + N_{AB} + N_{AC} \cdot \sin \alpha = 0 \\ &\Rightarrow N_{AB} = -V_A - N_{AC} \cdot \sin \alpha \Rightarrow N_{AB} = -30 + 162.26 \times 0.5547 \\ &\Rightarrow N_{AB} = 60 \text{ KN} \rightarrow \text{شد} \end{aligned}$$

2-3. عزل العقدة B :



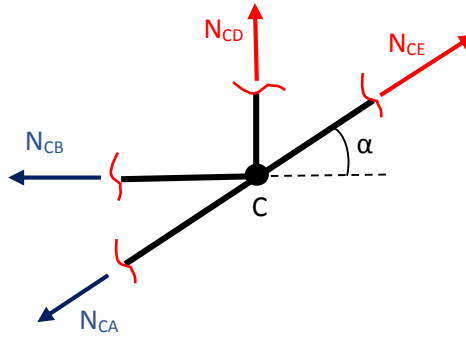
0.5

$$\begin{aligned} \star \sum F_{/Y} = 0 &\Rightarrow -N_{BA} + N_{BD} \cdot \sin \alpha = 0 \Rightarrow N_{BD} = \frac{N_{BA}}{\sin \alpha} \Rightarrow N_{BD} = \frac{60}{0.5547} \\ &\Rightarrow N_{BD} = 108.17 \text{ KN} \rightarrow \text{شد} \end{aligned}$$

0.5

$$\begin{aligned} \star \sum F_{/X} = 0 &\Rightarrow H_B + N_{BC} + N_{BD} \cdot \cos \alpha = 0 \\ &\Rightarrow N_{BC} = -H_B - N_{BD} \cdot \cos \alpha \Rightarrow N_{BC} = 135 - 108.17 \times 0.832 \\ &\Rightarrow N_{BC} = 45 \text{ KN} \rightarrow \text{شد} \end{aligned}$$

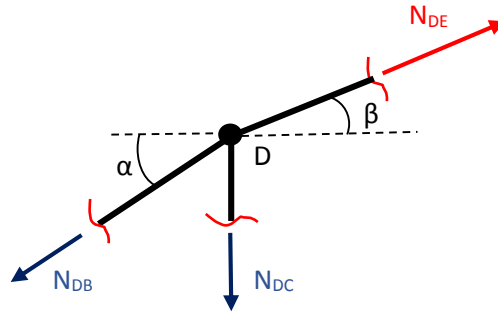
3-3. عزل العقدة C :



$$\begin{aligned} \star \sum F_{/X} = 0 &\Rightarrow -N_{CB} - N_{CA} \cdot \cos\alpha + N_{CE} \cdot \cos\alpha = 0 \Rightarrow N_{CE} = \frac{N_{CB} + N_{CA} \cdot \cos\alpha}{\cos\alpha} \\ &\Rightarrow N_{CE} = \frac{45 - 162.26 \times 0.832}{0.832} \Rightarrow N_{CE} = -108.17 \text{ KN} \rightarrow \text{انضغاط} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \star \sum F_{/Y} = 0 &\Rightarrow N_{CD} + N_{CE} \cdot \sin\alpha - N_{CA} \cdot \sin\alpha = 0 \\ &\Rightarrow N_{CD} = -N_{CE} \cdot \sin\alpha + N_{CA} \cdot \sin\alpha \\ &\Rightarrow N_{CD} = 108.17 \times 0.5547 - 162.26 \times 0.5547 \\ &\Rightarrow N_{CD} = -30 \text{ KN} \rightarrow \text{انضغاط} \end{aligned}$$

4-3. عزل العقدة D :



$$\begin{aligned} \star \sum F_{/X} = 0 &\Rightarrow N_{DE} \cdot \cos\beta - N_{DB} \cdot \cos\alpha = 0 \\ &\Rightarrow N_{DE} = \frac{N_{DB} \cdot \cos\alpha}{\cos\beta} \Rightarrow N_{DE} = \frac{108.17 \times 0.832}{0.9487} \\ &\Rightarrow N_{DE} = 94.86 \text{ KN} \rightarrow \text{شد} \end{aligned}$$

4- تدوين النتائج في جدول :

0.5

القضيب	شدته KN	طبيعته
AB	60.00	شد
AC	162.26	انضغاط
BD	108.17	شد
BC	45.00	شد
CD	30.00	انضغاط
CE	108.17	انضغاط
ED	94.86	انضغاط

5- تعيين المجنب المناسب:

شرط المقاومة : $\sigma \leq \bar{\sigma}$

$$\Rightarrow \frac{N_{max}}{2S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{N_{max}}{2\bar{\sigma}} \Rightarrow S \geq \frac{162.25 \times 10^2}{2 \times 1600} \Rightarrow S \geq 5.07 \text{ cm}^2$$

نأخذ من الجدول : $S=6.91 \text{ cm}^2$ اي المجنب : $L(60 \times 60 \times 6)$.

6- حساب عدد البراغي اللازم:

شرط المقاومة : $\tau \leq \bar{\tau}$

$$\Rightarrow \frac{T_{max}}{nS} \leq \bar{\tau} \Rightarrow n \geq \frac{T_{max}}{S \cdot \bar{\tau}} \Rightarrow n \geq \frac{162.25 \times 10^2}{3.14 \times 1^2 \times 1000} \Rightarrow n \geq 5.17$$

نأخذ: برغي $n=6$.

نشاط الثاني: دراسة رافدة (05 نقاط)

(1) حساب التسليح الطولي

✓ حساب النحافة λ

$$\lambda = 4 \cdot \frac{280}{35} = 32. \text{ نجد: } \lambda = 4 \cdot \frac{L_f}{D}$$

لدينا : $\lambda > 50$ و الحمولات تطبق بعد 90 يوم إذا:

$$\alpha = \frac{0.85}{1+0.2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} \quad \alpha = 0.726 \quad \checkmark \text{ حساب المعامل } \alpha$$

✓ حساب المقطع المصغر B_r

$$B_r = \pi \frac{(35-2)^2}{4} = 854.86 \text{ cm}^2 \text{ نجد } B_r = \pi \frac{(D-2)^2}{4} \text{ المقطع دائري:}$$

❖ حساب مقطع التسليح الطولي النظري A_{th}

$$A_{th} = \left[\frac{1.6 \times 10^4}{0.726} - \frac{854.86 \times 20}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{400} = 26.95 \text{ cm}^2 \text{ نجد: } A_{th} = \left[\frac{N_U}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e} \text{ لدينا:}$$

❖ حساب مقطع التسليح الأدنى A_{min}

$$A_{min} = \text{Max} \{ 4 \times U (\text{cm}^2); 0.2\% B (\text{cm}^2) \} \text{ لدينا:}$$

$$4U = 4 \times 2 \times \pi \times r = 4.4 \text{ cm}^2$$

$$0.2\% B = (0.2 \times \pi \times r^2) / 100 = 1.92 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 4.4 \text{ cm}^2$$

❖ حساب مقطع التسليح المحسوب Ascalc

$$A_{s \text{ calc}} = \text{Max} \{A_{th}; A_{\min}\}$$

$$A_{s \text{ calc}} = 26.95 \text{ cm}^2$$

نأخذ من الجدول: $A_{sr} = 28.27 \text{ cm}^2$

عدد القضبان: 9HA20

(2) حساب التسليح العرضي :

❖ التسليح العرضي :

$$\phi_t \geq \frac{1}{3} \phi l_{\max} = 6.6 \text{ mm}$$

نختار : $\phi_t = 8 \text{ mm}$

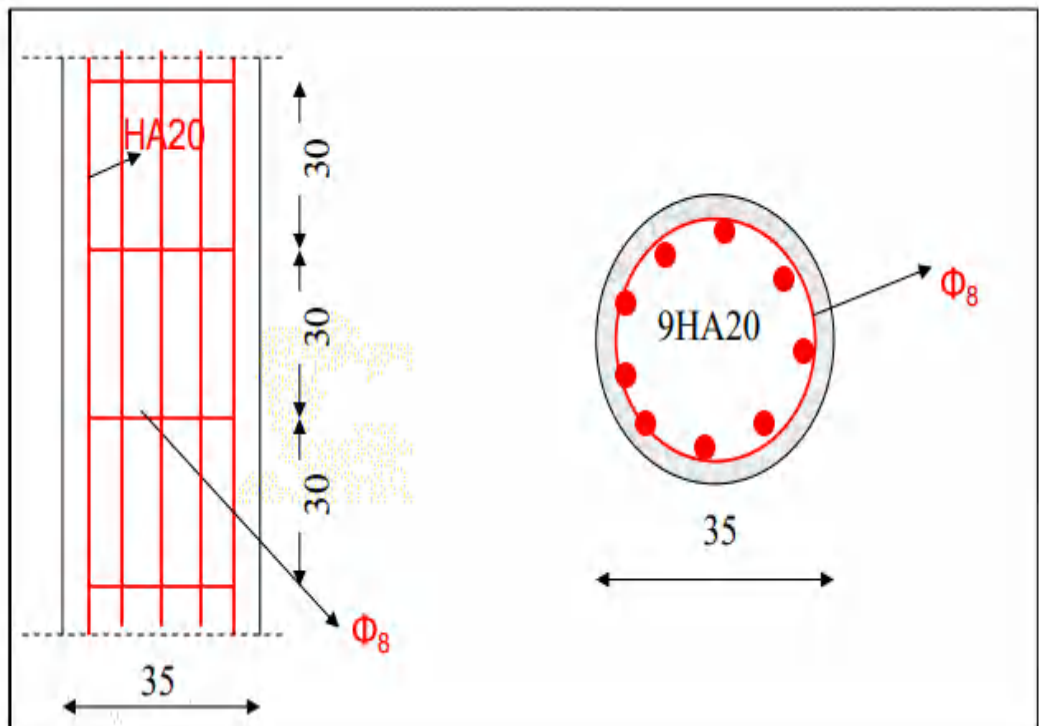
❖ حساب تباعد الاطارات :

$$S_t = \min\{15\phi l_{\min}; 40 \text{ cm}; (D + 10 \text{ cm})\} ; S_t = 30 \text{ cm}$$

❖ طول التشابك :

$$L_r \geq 24\phi l_{\max} ; L_r = 480 \text{ mm}$$

(3) رسم التسليح الطولي والعرضي :



1. حساب مساحة قطعة الأرض S_{ABCD} باستعمال الإحداثيات القائمة:

$$\star S_{ABCDE} = \frac{1}{2} \sum x_n \cdot (y_{n-1} - y_{n+1})$$

$$\Rightarrow S_{ABCDE} = \frac{1}{2} [x_A \cdot (y_D - y_B) + x_B \cdot (y_A - y_C) + x_C \cdot (y_B - y_D) + x_D \cdot (y_C - y_A)]$$

$$\Rightarrow S_{ABCDE} = \frac{1}{2} [20 \cdot (-10 - 70) + 40 \cdot (10 - 50) + 80 \cdot (70 - (-10)) + 80 \cdot (50 - 1)]$$

$$\Rightarrow S_{ABCDE} = \frac{1}{2} [-1600 - 1600 + 6400 + 3200]$$

$$\Rightarrow S_{ABCDE} = 3200 \text{ cm}^2$$

2. حساب إحداثيات النقطة E :

نلاحظ ان لنقطتان C و D نفس الفاصلة ، و بما ان : $E \in [CD]$ فان فاصلة النقطة E هي $X_E = 80m$

$$\star S_{AED} = 900 = \frac{1}{2} \sum x_n \cdot (y_{n-1} - y_{n+1})$$

$$\Rightarrow 900 = \frac{1}{2} [x_A \cdot (y_D - y_E) + x_E \cdot (y_A - y_D) + x_D \cdot (y_E - y_A)]$$

$$\Rightarrow 900 = \frac{1}{2} [20 \cdot (-10 - y_E) + 80 \cdot (10 - (-10)) + 80 \cdot (y_E - 10)]$$

$$\Rightarrow 1800 = -200 - 20y_E + 1600 + 80y_E - 800$$

$$\Rightarrow y_E = \frac{1800 - 600}{60}$$

$$\Rightarrow y_E = 20m \Rightarrow E(80; 20)$$

1-3. حساب السميت الإحداثي G_{EA} :

$$\begin{cases} \Delta X_{EA} = X_A - X_E = 20 - 80 = -60 < 0 \\ \Delta Y_{EA} = Y_A - Y_E = 10 - 20 = -10 < 0 \end{cases} \Rightarrow$$

الاتجاه EA يقع في الربع الثالث

$$G_{EA} = 200 + g$$

$$tg(g) = \left| \frac{\Delta X_{EA}}{\Delta Y_{EA}} \right| = \left| \frac{-60}{-10} \right| = 6 \Rightarrow g = 89.486 \text{ gr}$$

$$G_{EA} = 200 + g \Rightarrow G_{EA} = 200 + 89.486 \Rightarrow G_{EA} = 289.486 \text{ gr}$$

2-3. حساب المسافة L_{EA} :

$$L_{EA} = \sqrt{\Delta X_{EA}^2 + \Delta Y_{EA}^2} = \sqrt{60^2 + (-10)^2} \Rightarrow L_{EA} = 60.83m$$

3-3. حساب السميت الإحداثي G_{ED} :

الاتجاه ED حالة خاصة

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta X_{ED} = X_D - X_E = 20 - 80 = 0 \\ \Delta Y_{ED} = Y_D - Y_E = -10 - 20 = -30 < 0 \end{array} \right. \Rightarrow G_{ED} = 200g$$

4-3. حساب المسافة L_{Ed} :

$$L_{ED} = \sqrt{\Delta X_{ED}^2 + \Delta Y_{ED}^2} = \sqrt{0^2 + (-30)^2} \Rightarrow L_{ED} = 30m$$

2. التحقق من مساحة قطعة الأرض S_{AED} باستعمال الإحداثيات القطبية:

$$S_{AED} = \frac{1}{2} \times L_{EA} \times L_{ED} \times \sin(G_{EA} - G_{ED})$$

$$S_{AED} = \frac{1}{2} \times 30 \times 40 \times \sin(289.486 - 200)$$

$$S_{AED} = 900m^2$$

النشاط الثاني: الجسور (3.5 نقاط)

يمثل الشكل (03): متكأ

❖ تسمية البيانات :

1. الأساس.

2. جدار الجبهة.

3. جدار الوافي.

4. جدار الراجع.

5. بلاطة الربط. (البلاطة الانتقالية)

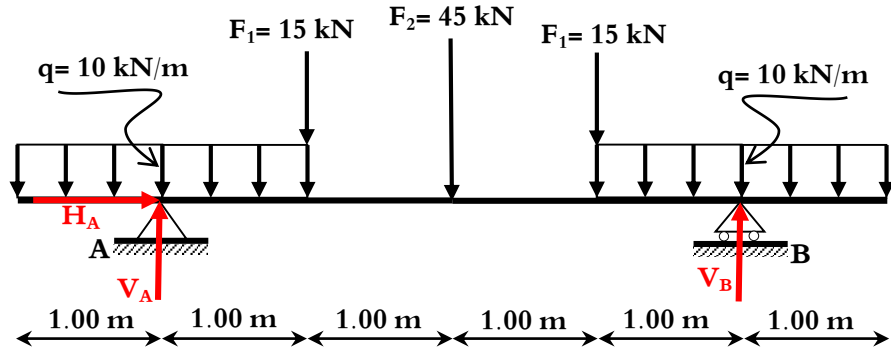
❖ دور العنصر (05) هو : تجنب انحطاط (هبوط) التربة الذي يعرض السيارات للخطر.

الموضوع الثاني :

الميكانيك المطبقة (12 نقطة) :

نشاط الأول: دراسة نظام مثلي (07 نقاط)

تمثيل ردود الأفعال في المساند :



1- حساب ردود الأفعال في المساند :

0.25 $\star \sum F_{/X} = 0 \Rightarrow H_A = 0 \text{ KN}$

0.25 $\star \sum M_{/B} = 0 \Rightarrow 4.V_A - 2 \times 10 \times 4 - 15 \times 3 - 45 \times 2 - 15 \times 1 = 0$
 $\Rightarrow V_A = \frac{80 + 45 + 90 + 15}{4} \Rightarrow V_A = 57.5 \text{ KN}$

0.25 $\star \sum M_{/A} = 0 \Rightarrow -4.V_B + 2 \times 10 \times 4 + 15 \times 3 + 45 \times 2 + 15 \times 1 = 0$
 $\Rightarrow V_B = \frac{80 + 45 + 90 + 15}{4} \Rightarrow V_B = 57.5 \text{ KN}$

$\star \sum F_{/X} = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 10 \times 2 + 15 + 45 + 15 + 10 \times 2$
 $\Rightarrow 77.5 + 77.5 = 115$
 $\Rightarrow 115 = 115$ محقة

التحقيق:

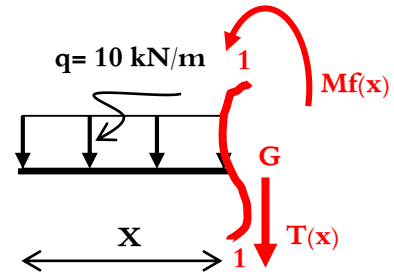
2. كتاب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ و عزم الإنحناء $Mf(x)$ على طول الرافدة:

أ. القطع : 1-1 $0m \leq X \leq 1m$.

$$\begin{aligned} \star \sum F_{/y} = 0 &\Rightarrow -T(x) - q \times x = 0 \\ &\Rightarrow T(x) = -10x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \star \sum M_{/G} = 0 &\Rightarrow -q \times x \times \frac{x}{2} - Mf(x) = 0 \\ &\Rightarrow Mf(x) = -5x^2 \end{aligned}$$

x (m)	0	1
$T(x)$ kn	0	-10
$Mf(x)$ kn	0	-5

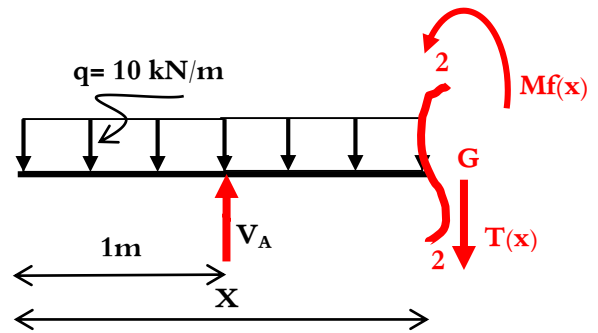


ب. القطع : 2-2 $1m \leq X \leq 2m$.

$$\begin{aligned} \star \sum F_{/y} = 0 &\Rightarrow -T(x) + V_A - q \times x = 0 \\ &\Rightarrow T(x) = -10x + 57.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \star \sum M_{/G} = 0 \\ \Rightarrow -q \times x \times \frac{x}{2} - Mf(x) + V_A \times (x - 1) = 0 \\ \Rightarrow Mf(x) = -5x^2 + 57.5x - 57.5 \end{aligned}$$

x (m)	1	2
$T(x)$ kn	47.5	37.5
$Mf(x)$ kn	-5	37.5

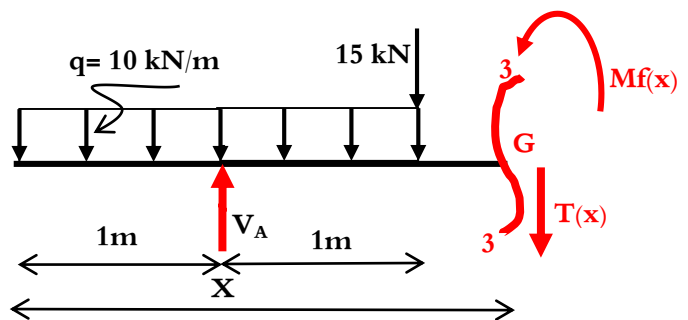


ت. القطع : 3-3 $2m \leq X \leq 3m$.

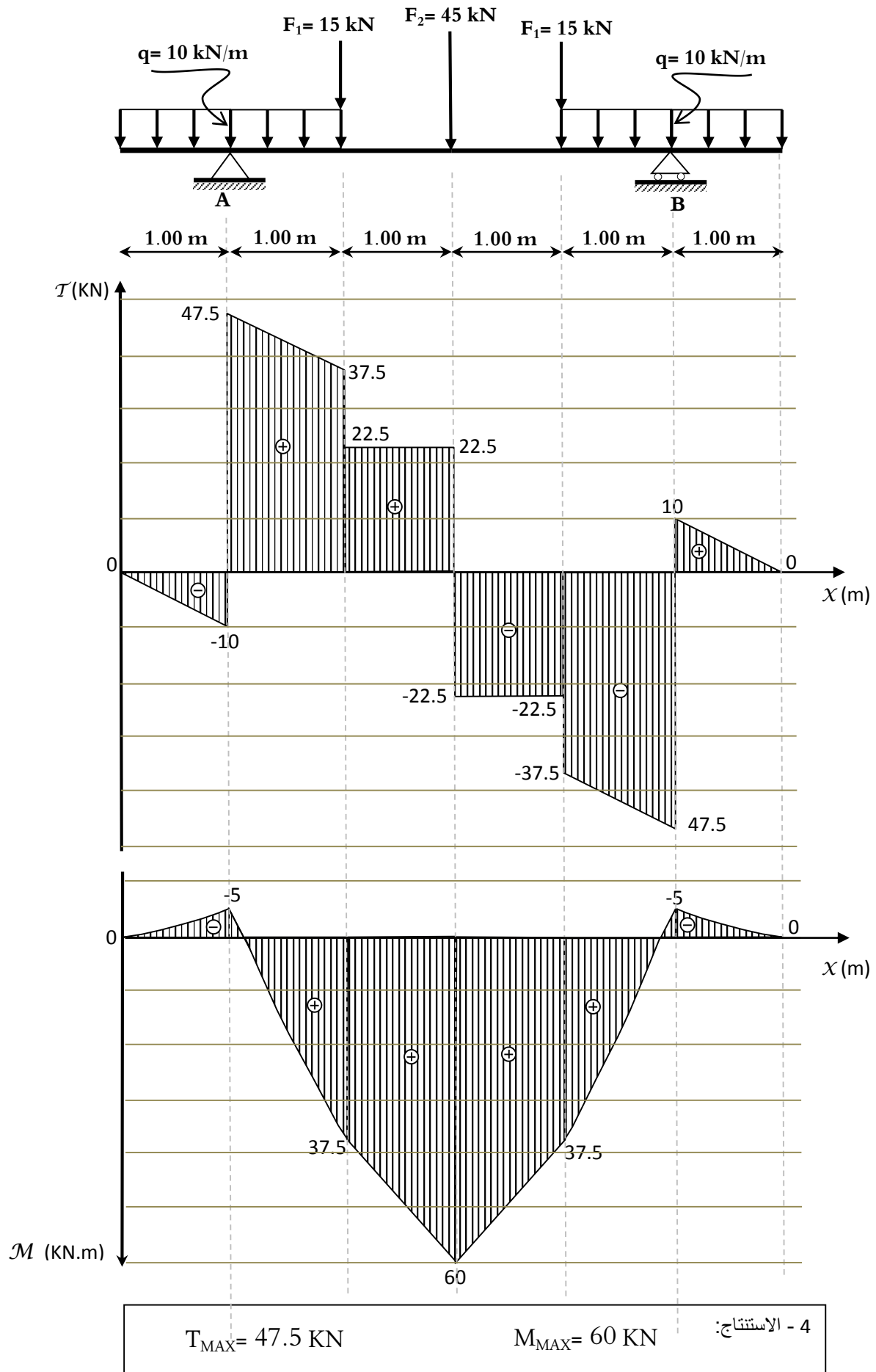
$$\begin{aligned} \star \sum F_{/y} = 0 \\ \Rightarrow -T(x) + V_A - q \times 2 - 15 = 0 \\ \Rightarrow T(x) = 57.5 - 10 \times 2 - 15 \\ \Rightarrow T(x) = 22.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \star \sum M_{/G} = 0 \\ \Rightarrow -q \times 2 \times (x - 1) - Mf(x) + V_A \times (x - 1) - 15 \times (x - 2) = 0 \\ \Rightarrow Mf(x) = -20x + 20 + 57.5x - 57.5 - 15x + 30 \\ \Rightarrow Mf(x) = 22.5x - 7.5 \end{aligned}$$

x (m)	2	3
$T(x)$ kn	22.5	22.5
$Mf(x)$ kn	37.5	60



3. رسم منحنى $T(x)$ ومنحنى $M(x)$:



5. التحقق من معامل المقاومة :

0.5

$$W_{/xx} = \frac{I_{/xx}}{y} \Rightarrow W_{/xx} = \frac{\frac{7,5.e.(10e)^3}{12} - \frac{5,5.e.(8e)^3}{12}}{\frac{10e}{2}}$$

$$\Rightarrow W_{/xx} = \frac{\frac{7500.e^4 - 2816.e^4}{12}}{5e}$$

$$\Rightarrow W_{/xx} = \frac{4684.e^4}{12 \times 5e}$$

$$\Rightarrow W_{/xx} = \frac{4684.e^4}{12 \times 5.e} \Rightarrow W_{/xx} = \frac{4684}{4 \times 3} \times \frac{e^4}{5.e}$$

$$\Rightarrow W_{/xx} = \frac{1171.e^3}{15} \quad \text{و هو المطلوب}$$

6. حساب قيمة e :

0.5

شرط المقاومة :

$$\sigma \leq \bar{\sigma}$$

$$\Rightarrow \frac{M_{max}}{W_{/xx}} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{600000}{\frac{1171.e^3}{15}} \leq 1600$$

$$\Rightarrow e \geq \sqrt[3]{\frac{600000 \times 15}{1171 \times 1600}} \Rightarrow e \geq \sqrt[3]{4,8}$$

$$\Rightarrow e \geq 1.69 \text{ cm} \Rightarrow \text{نأخذ : } e = 2 \text{ cm}$$

نشاط الثاني: دراسة قضيب من الفولاذ (05 نقاط)

1- حساب رد الفعل

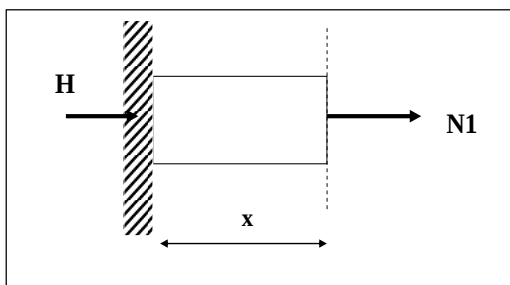
$$\Sigma \vec{F}_{/x} = \vec{0} \Rightarrow H + 40 - 55 + 32 = 0$$

$$\Rightarrow H = -17 \text{ KN}$$

2- حساب الجهود الداخلية في كل جزء من القضيب بدلالة القوة P

القطع 1: $0 \text{ mm} \leq x \leq 150 \text{ mm}$

0.25

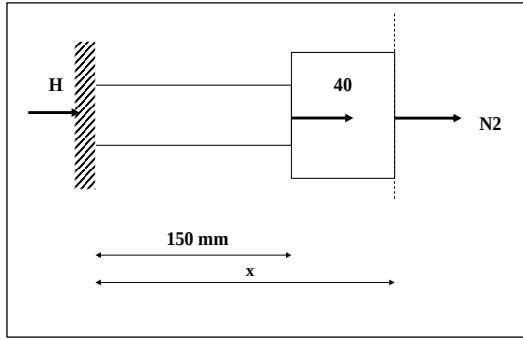


0.5

$$\Sigma \vec{F}_{/x} = \vec{0} \Rightarrow H + N_1 = 0$$

$$\Rightarrow N_1 = 17 \text{ KN}$$

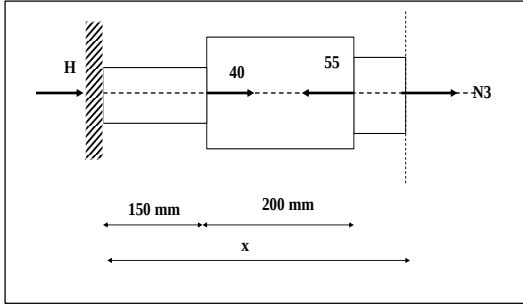
القطة 2: $150\text{mm} \leq X \leq 350\text{mm}$



$$\Sigma \vec{F}_{/X} = \vec{0} \Rightarrow H + 40 + N_2 = 0$$

$$\Rightarrow N_2 = -23\text{KN}$$

القطة 3: $350\text{mm} \leq X \leq 500\text{mm}$



$$\Sigma \vec{F}_{/X} = \vec{0} \Rightarrow H + 40 - 55 + N_3 = 0$$

$$\Rightarrow N_1 = 32\text{KN}$$

4- ايجاد الاجهاد الناظمي (σ) في مختلف مقاطع القضيب

القطة 1: $0\text{mm} \leq X \leq 150\text{mm}$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{S_1} = \frac{17 \times 10^3 \times 4}{3.14 \times 15^2} = 96.24\text{MPa}$$

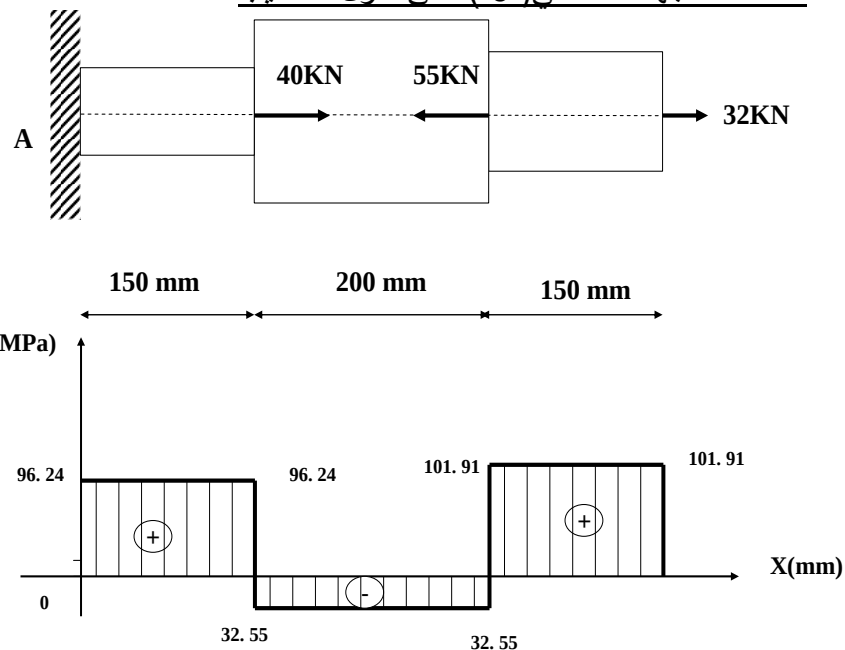
القطة 2: $150\text{mm} \leq X \leq 350\text{mm}$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{S_2} = \frac{-23 \times 10^3 \times 4}{3.14 \times 30^2} = -32.55\text{MPa}$$

القطة 3: $350\text{mm} \leq X \leq 500\text{mm}$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{S_3} = \frac{32 \times 10^3 \times 4}{3.14 \times 20^2} = 101.91\text{MPa}$$

- مخطط الاجهاد الناظمي (σ) على طول القضيب



التشوه المطلق الكلي (ΔL) للقضيب و إستنتاج طبيعته

القطع 1:

0.25

$$\Delta L_1 = \frac{N_1 \times L_1}{S_1 \times E} = \frac{17 \times 10^3 \times 150 \times 4}{3.14 \times 15^2 \times 2 \times 10^5} = 0.072mm$$

القطع 2:

0.25

$$\Delta L_2 = \frac{N_2 \times L_2}{S_2 \times E} = \frac{-23 \times 10^3 \times 200 \times 4}{3.14 \times 30^2 \times 2 \times 10^5} = -0.032mm$$

القطع 3:

0.25

$$\Delta L_3 = \frac{N_3 \times L_3}{S_3 \times E} = \frac{32 \times 10^3 \times 150 \times 4}{3.14 \times 20^2 \times 2 \times 10^5} = 0.076mm$$

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 = 0.116mm$$

0.25

ومنه طبيعة التشوه تمدد (استطالة)

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول : الادراج (03.5 نقاط)

1. أنواع المدارج المستقيمة :

- مدرج ذو قلبتين متوازيتين
- مدرج ذو قلبتين متعامدتين
- مدرج ذو قلبية واحدة
- مدرج ذو ثلاث قلابات

2. العناصر المكونة للمدرج في الشكل رقم 03:

- القلبة
- فاصلين
- النائمة
- القائمة

3. عدد الدرجات في القلبة الثانية :

0.5

$$n = \frac{H}{h} - 12 = \frac{315}{17.5} - 12$$

0.5

$$2h + g = 64$$

4. حساب عرض الدرجة g :

0.5

$$g = 64 - 2h = 64 - 2 \times 17.5 = 29cm$$

5. اقتراح طول الدرجة :

0.5

بما أن المدرج هو جزء من بناية ورشة فإن : $\ell \geq 1.20m$ ← نأخذ : $\ell = 1.50m$

0.5

6. حساب عرض و طول القفص : $b = 2\ell + 6 \times 0.29 = 2 \times 1.5 + 6 \times 0.29 = 4.74m$

0.5

$$L = (6 + 6) \times 0.29 + 1.5 = 4.98m$$

0.5

1. المظاهر العرضية للطريق :هي سلسلة من المقاطع في المستوى العمودي ، متعامدة مع المظهر الطولي عددها غير محدد مبدئيا و تكون ضرورية كلما تغيرت أشكال المظهر العرضي سواء بالنسبة للتربة الطبيعية أو لخط المشروع ، والهدف من إنجازها هو تحديد حجم أعمال التجريفات.

2. خصائصها :

0.25

✓ ضرورة التوافق مع تضاريس الميدان .

0.25

✓ ضرورة السماح بسيلان المياه و ذلك باستعمال ميل عرضي للقارعة من محورها إلى الجانبين .

• مناسب خط التربة : $7 \times 0.125 = 0.875$.

• مناسب خط المشروع : $6 \times 0.125 = 0.75$.

• المسافات الجزئية : $2 \times 0.25 = 0.5$.

• المسافات المتراكمة : $7 \times 0.125 = 0.875$.

• الميل : 0.5

