الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

ثانويـــــات الولايـــة — **مديرية التربية لولاية سطيف**

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي

الشعبة: تقني رياضي — **دورة: ماي 2024**

بكالوريا تجريبي في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية) — **المدة:4 ســـــــا**

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (6) صفحات (من الصفحة 1 من 9 إلى الصفحة 5 من 9)
(والصفحة 6 من 9 تُعاد مع ورقة الاجابة)

❖ **مقدمة:** **Park Mall Sétif** مركز تجاري ترفيهي ضخم يتواجد بولاية سطيف و هو أكبر مجمع تجاري في الجزائر يتكون من برجين ضخمين يتجاوز ارتفاعهما **85**متر.

بصفتك طالب تخصص هندسة مدنية قم بدراسة جزء من المشروع المتكون من أربعة نشاطات مستقلة عن بعضها البعض:

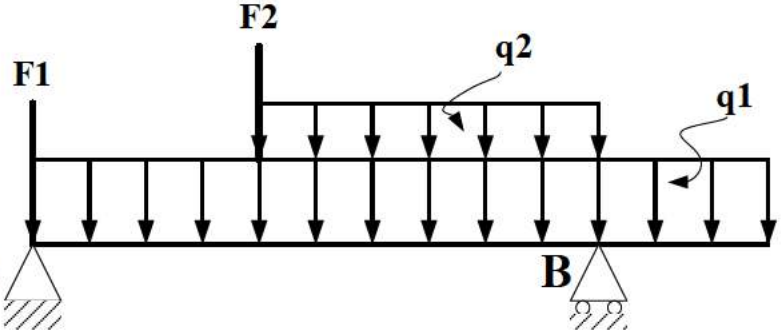
- دراسة رافدة معرضة للانحناء المستوي البسيط.
- دراسة عمود من الخرسانة المسلحة.
- دراسة جزء من الطريق المؤدي للمركز.
- هيكلة قارعة الطريق.

الميكانيك المطبقة: 12 نقطة.

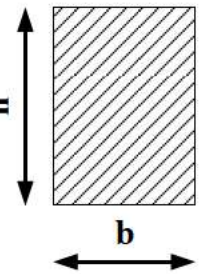
النشاط الأول: الانحناء المستوي البسيط (07نقاط)

لتكن الرافدة من الخرسانة المسلحة المبينة في الشكل الميكانيكي **(الشكل01)** ترتكز على مسندين **A**و **B**، ذات مقطع عرضي مستطيل **(b×h)** كما هو مبين في **(الشكل02)**: **A** مسند مضاعف **B** مسند بسيط

q1 = 100 KN /m
q2 = 80 KN/m
F1= 30 KN
F2 = 50 KN



(الشكل 01)



(الشكل02)

العمل المطلوب:

1) أحسب ردود الأفعال عند المسندين **A** و **B**.
2) أكتب معادلات الجهد القاطع **T(x)** وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
3) استنتج القيم القصوى للجهد القاطع T_{max} وعزم الإنحناء $M_{f.max}$.
4) أرسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع **T(x)** و عزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.

يعطى سلم الرسم:

x: $1cm \rightarrow 0.5\ m$

T: $1cm \rightarrow 80KN$

M: $1cm \rightarrow 70KN.m$

5) حدد أبعاد مقطع الرافدة علما أن:
   - عزم الانحناء الأقصى: $M_{f.max} = 405\ KN.m$
   - العلاقة بين ارتفاع وعرض المقطع: $h = \frac{3}{2}b$
   - والاجهاد المسموح به: $\bar{\sigma} = 1000\ daN/cm^2$
6) تحقق من شرط المقاومة علما أن: $\bar{\tau} = 90\ daN/cm^2$

النشاط الثاني: الخرسانة المسلحة (05نقاط).

لدينا عمود داخلي من الخرسانة المسلحة مقطعه دائري معرض لقوة انضغاط ناتجة عن حمولات دائمة **(G)** و حمولات متغيرة **(Q)**.

المعطيات:

- قطر العمود: $D = 70cm$
- الحمولات المطبقة: $G = 3.2\ MN$; $Q = 2.1\ MN$
- طول التحدب: $L_f = 4.60m$
- خصائص الخرسانة: $\gamma_b = 1.5$; $f_{c28} = 35\ Mpa$
- خصائص الفولاذ: $FeE400$; $\gamma_s = 1.15$
- نصف الحمولات مطبقة قبل **90** يوم.

ملاحظة: تُؤخذ أربعة أرقام بعد الفاصلة بالنسبة للمعامل α

العمل المطلوب:

1) أحسب مقطع التسليح الطولي والعرضي اللازم لهذا العمود. ثم اقترح رسما له.

- **العلاقات الضرورية للحساب:**

$$\alpha = \frac{0.6}{\left(\frac{\lambda}{50}\right)^2} \qquad A_{th} = \left[\frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r . f_{c28}}{0.9 \times \gamma_b}\right]\frac{\gamma_s}{f_e}$$

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} \qquad B_r = \frac{\pi(D-2)^2}{4} \qquad \emptyset_t \geq \frac{\emptyset_{L\,max}}{3}$$

$$L_f = 0.7 \times L_0 \qquad A_{s\,cal} = max\{A_{th}; A_{min}\} \qquad \lambda = \frac{4L_f}{D}$$

$$S_t \leq min\{15.\emptyset_{L\,min}; 40cm; (a + 10cm)\} \qquad A_{min} = max\{(4u)cm^2; (0.2\%B\ cm^2)\}$$

- **جدول التسليح:**

القطر	وزن المتر	المقطع ب (cm^2) لعدد من القضبان يتراوح من :									
mm	Kg/m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	21.09	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

(الجدول 01)

البناء: 8 نقاط.

النشاط الأول :الطرق (06نقاط)

دراسة جزء من الطريق المؤدي إلى المركز التجاري بدايته **P1** و نهايته **P7** .

المعطيات:

- مخطط التوقيع **(الشكل03).**
- منسوب المشروع عند البداية : **P_1= 923m** .
- خط المشروع يصعد بميل **1 %** .

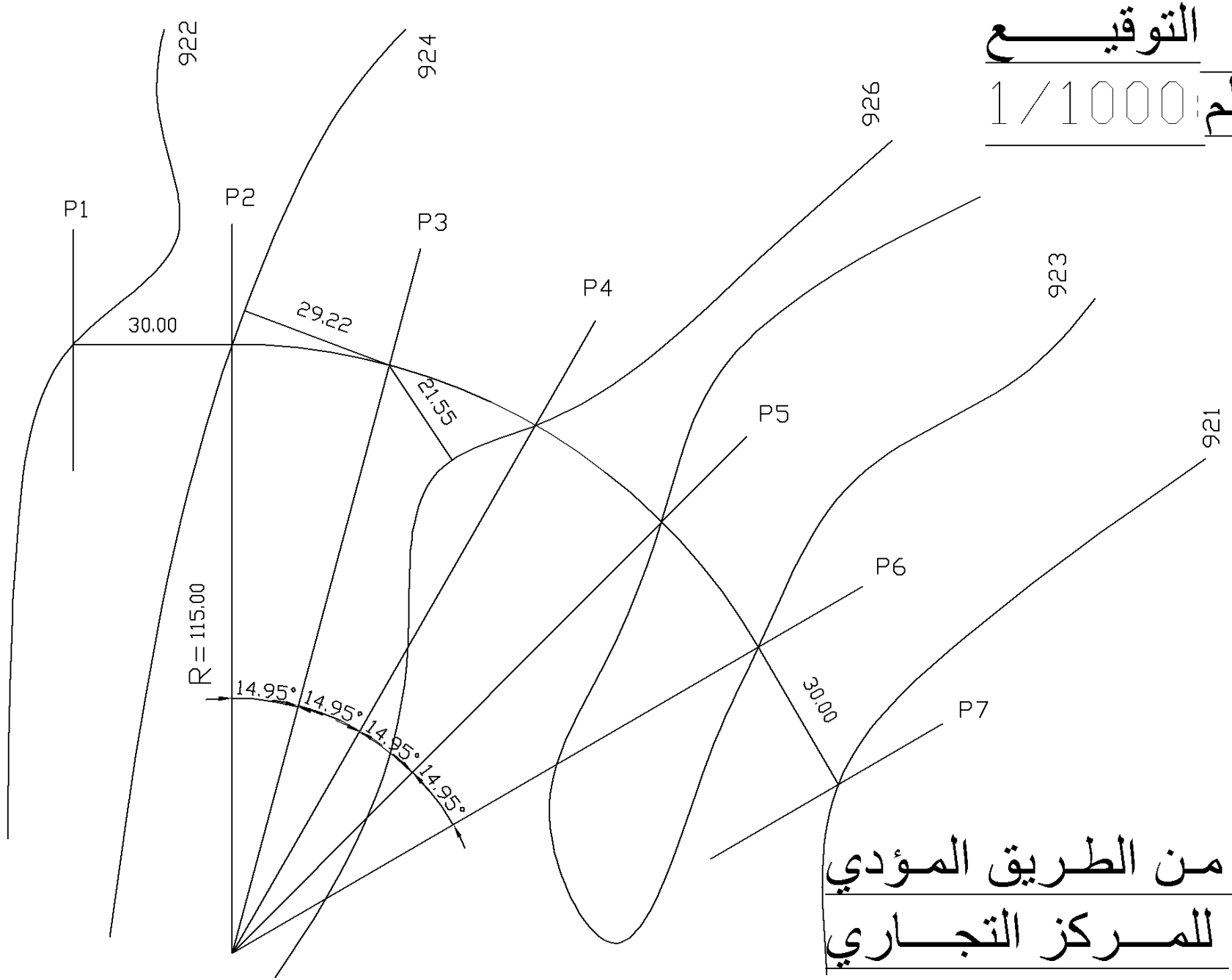
العمل المطلوب:

1) أكمل ملء بيانات جدول المظهر الطولي مع رسمه **(الجدول 02)** على الوثيقة المرفقة.
2) حدد المظاهر الوهمية على الرسم ان وجدت ثم احسب المسافات الناتجة عنها.

ملاحظة: الوثيقة المرفقة **(الجدول02)** صفحة 6 من 9 و تُعاد مع ورقة الاجابة

مخطط التوقيـــــع

السـلم: 1/1000



جـزء مـن الطـريق المـؤدي للمـــركز التجـــاري

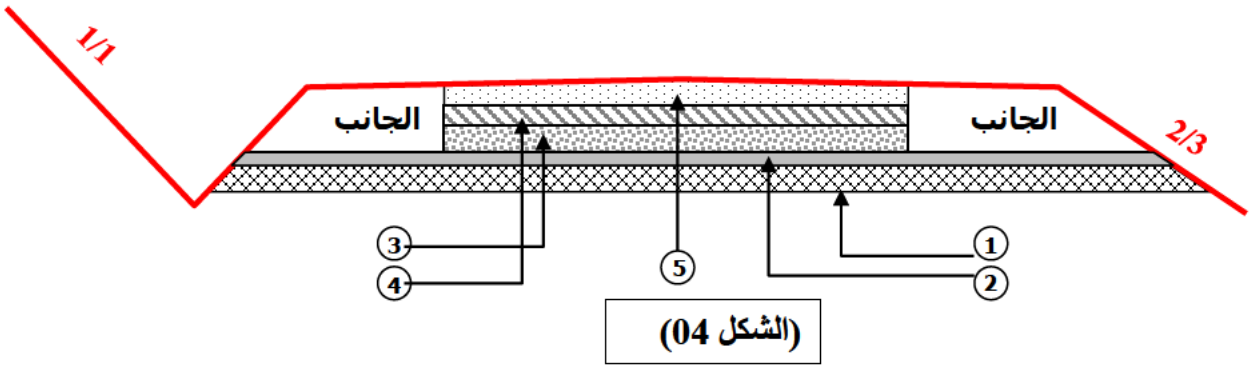
(الشكل 03)

النشاط الثاني: الطرق (02 نقاط).

تتكون بُنية قارعة الطريق **(الشكل 04)** من عدة طبقات.

1) سمّ العناصر المرقمة.

2) من بين هذه الطبقات أذكر الطبقة الأكثر مقاومة.



(الشكل 04)

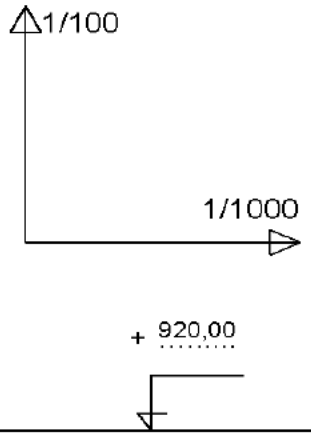
انتهى الموضوع الأول

(الجدول02)

ملاحظة : تُعاد هاته الوثيقة مع ورقة الاجابة

الاســـم:

اللقـــب:



ارقام المظاهر	
منســـوب نقـــاط الارض الطبيعيـــة	
منســـوب نقـــاط المشـــروع	
المســـافات الجزئيـــة بيـــن نقـــاط الارض طبيعيـــة	
المســـافات المتراكمـــة	
ميـول المشـــروع	
التراصـــــفات و المنحنيـــات	

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (03) صفحات (من الصفحة 7 من 9 إلى الصفحة 9 من 9)

❖ **مقدمة:**

في إطار تشجيع رياضة النخبة تقرر انجاز مركب رياضي على مستوى ولاية سطيف.

أُسندت الدراسة الفنية للمشروع المكوّن من أربعة نشاطات لمكتب دراسات مختص في الهندسة المدنية:

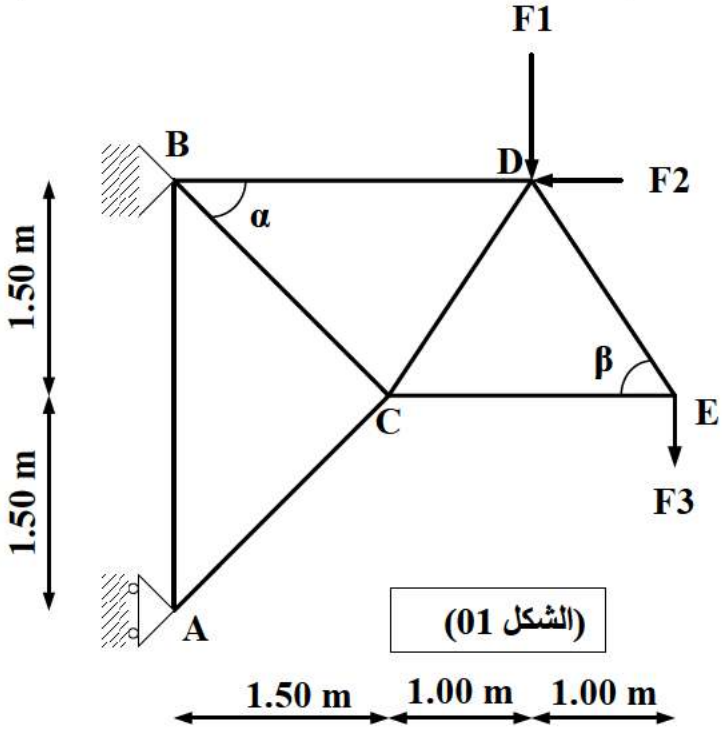
- دراسة جزء من الهيكل الثلاثي لتغطية الملعب.
- دراسة رافدة فولاذية من نوع **IPN** .
- دراسة طبوغرافية للأرضية المجاورة المخصصة لـ : إدارة الملعب + حضيرة السيارات.
- تغطية الجناح الإداري.

الميكانيك المطبقة: 12 نقطة.

النشاط الأول: دراسة نظام مثلثي (07 نقاط).

(الشكل 1) يبين نظام مثلثي , يرتكز على مسندين

A مسند بسيط **B** مسند مضاعف



(الشكل 01)

المعطيات:

F1 = 60 KN

F2 =30 KN

F3 =20 KN

$\sin\alpha = \cos\alpha = 0.707$

$\cos\beta = 0.555$

$\sin\beta = 0.832$

العمل المطلوب :

1) تأكد من أن النظام المثلثي محدد سكونيا.

2) أحسب ردود الأفعال عند المسندين **A** و**B** .

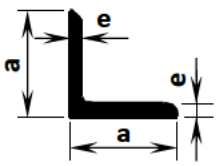
3) أحسب الجهود الداخلية في القضبان (طريقة عزل العقد) وعين طبيعتها مع تدوين النتائج في جدول.

4) إذا علمت أن قضبان النظام المثلثي عبارة عن مجنبات زاوية مضاعفة (⊥) و:

$N_{max} = 103.72KN;$ $\bar{\sigma} = 1600daN/cm^2$; $E = 2 \times 10^6 daN/cm^2$

- حدد من الجدول المرفق **(الجدول 01)** المجنب الزاوي اللازم و الكافي لتحقيق شرط المقاومة .
- أحسب التشوه المطلق ΔL للقضيب **(AC)**، وعيّن طبيعته.
- أحسب التشوه النسبي $\varepsilon\%$ للقضيب **(AC)**.

التعيين	الأبعاد		المقطع	بالنسبة لـ xx'	
L	a (mm)	e (mm)	Ω (cm^2)	$I_{/xx'}$ (cm^4)	$W_{/xx'}$ (cm^3)
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

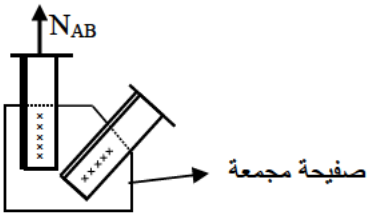


الجدول المرفق: **(الجدول 01)**

5) **(الشكل 02)** يمثل تفصيل للعقدة **(A)** بحيث تتعرض براغي تثبيت القضيب **(AC)** إلى القص البسيط .

✓ أحسب المساحة الكلية المعرضة للقص مع العلم أن : $\overline{\tau} = 280\ daN/cm^2$.

✓ حدد عدد البراغي اللازمة لتثبيت **(AC)** بأمان إذا علمت قطر البرغي الواحد: **D=22 mm** .



(الشكل02)

النشاط الثاني: الانحناء المستوي البسيط (05 نقاط)

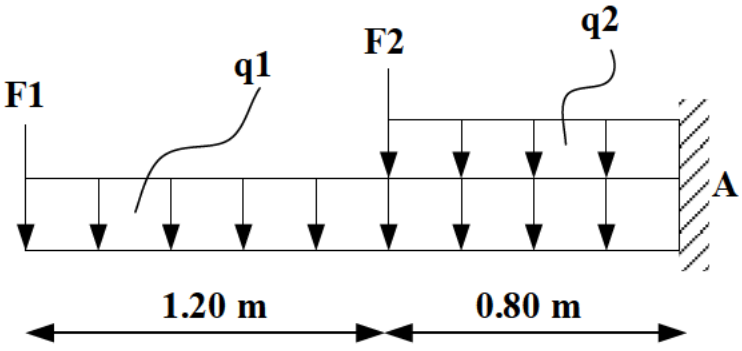
رافدة معدنية من النوع **IPN** مدمجة عند النقطة **A** ،محملة كما هو مبين في **(الشكل03)**

q1 = 10 KN

q2 = 20 KN

F1 = 5 KN

F2 =20 KN



(الشكل03)

العمل المطلوب :

1) أحسب ردود الأفعال عند الوثاقة **A**.
2) أكتب معادلات الجهد القاطع **T(x)** وعزم الانحناء **M_f(x)** على طول الرافدة.
3) أرسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع **T(x)** و عزم الانحناء **M_f(x)** على طول الرافدة .
4) استنتج القيم القصوى للجهد القاطع T_{max} وعزم الإنحناء $M_{f\,max}$.
5) استخرج المجنب المناسب من الجدول المرفق **(الجدول02)** علما أن: $\overline{\sigma} = 1600\ daN/cm^2$

الجدول المرفق:

S (cm^2)	$w_{xx} = \frac{Ixx'}{v}$ (cm^3)	Ixx' (cm^4)	e (mm)	b (mm)	h (mm)	IPN
22.8	117	935	6.3	74	160	160
27.9	161	1450	6.9	82	180	180
33.5	214	2140	7.5	90	200	200
39.6	278	3060	8.1	98	220	220
46.1	354	4250	8.7	106	240	240
69.1	653	9800	10.8	125	300	300

(الجدول 02)

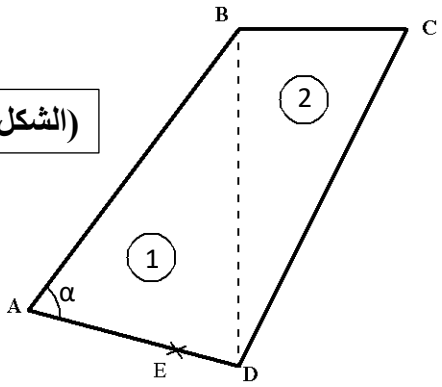
البناء: 8 نقاط.

النشاط الأول: الطبوغرافيا (06 نقاط).

القطعة الأرضية **ABCD** المخصصة لـ: إدارة الملعب +حضيرة السيارات ،معرفة بالإحداثيات القائمة لرؤوسها **(الجدول 03)** يُراد تقسيمها إلى جزأين كما هو موضح في **(الشكل04).**

النقاط	X (m)	Y(m)
A	112.5332	100.0000
B	150.0000	150.0000
C	180.0000	150.0000
D	150.0000	90.0000

(الجدول 03)



(الشكل 04)

العمل المطلوب:

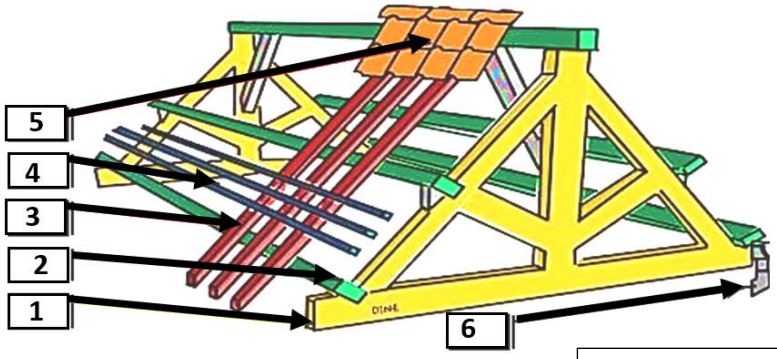
1) أحسب مساحة القطعة **(ABCD)** بطريقة الإحداثيات القائمة.
2) أحسب السموت الإحداثية G_{AB} وG_{AD}، ثم استنتج الزاوية **α**.
3) أحسب مساحة القطعة **(1)** باستعمال طريقة الإحداثيات القطبية.
4) استنتج مساحة القطعة **(2)**.
5) لتكن النقطة **E** تنتمي للضلع **AD:**

- أوجد إحداثيات النقطة **E** حتى تتساوى مساحة القطعتين **(1)** و**(2)**.

النشاط الثاني: المنشأ العلوي (02 نقاط).

تغطية الجناح الإداري ممثلة في **(الشكل 05)**:

1) ماذا يمثل **(الشكل05)** ؟
2) سم العناصر المرقمة.



(الشكل 05)

انتهى الموضوع الثاني

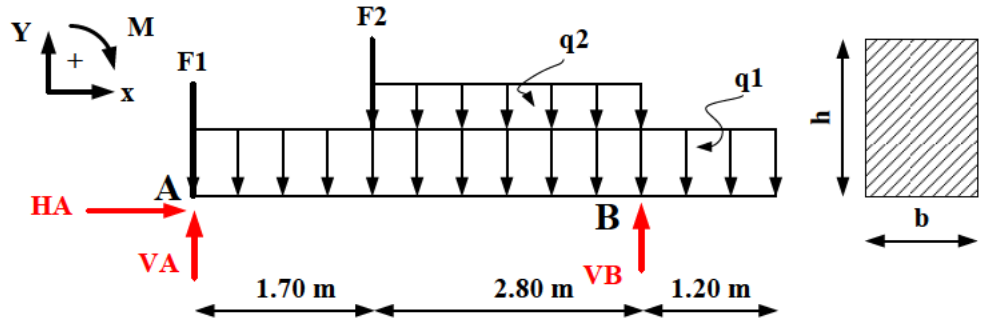
الإجابة النموذجية **مادة**: التكنولوجيا (الهندسة المدنية) **الشعبة**: تقني رياضي **بكالوريا تجريبي لولاية سطيف :2024**

عنـــــــــاصر الاجابة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

الموضوع الأول

الميكانيك المطبقة: 12 نقطة

التمرين الأول: (7 نقاط)



1) حساب ردود الأفعال عند المسندين:

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

$$\sum F_{/Y} = 0 \Rightarrow V_A + V_B - F1 - F2 - q1 \times 5.7 - q2 \times 2.8 = 0$$

$$\Rightarrow V_A + V_B - 30 - 50 - 100 \times 5.7 - 80 \times 2.8 = 0$$

$$\Rightarrow V_A + V_B = 874\ KN \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow -V_B \times 4.5 + q1 \times 5.7 \times \frac{5.7}{2} + q2 \times 2.8 \times (\frac{2.8}{2} + 1.7) + F2 \times 1.7 = 0$$

$$\Rightarrow -V_B \times 4.5 + 100 \times 5.7 \times 2.85 + 80 \times 2.8 \times 3.1 + 50 \times 1.7 = 0$$

$$\Rightarrow V_B = \frac{100 \times 5.7 \times 2.85 + 80 \times 2.8 \times 3.1 + 50 \times 1.7}{4.5}$$

0.25 $\Rightarrow \boldsymbol{V_B = 534.20KN}$

$$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow V_A \times 4.5 - F1 \times 4.5 - F2 \times 2.8 - q2 \times 2.8 \times \frac{2.8}{2} - q1 \times 5.7 \times 1.65 = 0$$

$$\Rightarrow V_A \times 4.5 - 30 \times 4.5 - 50 \times 2.8 - 80 \times 2.8 \times 1.4 - 100 \times 5.7 \times 1.65 = 0$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{30 \times 4.5 + 50 \times 2.8 + 80 \times 2.8 \times 1.4 + 100 \times 5.7 \times 1.65}{4.5}$$

0.25 $\Rightarrow \boldsymbol{V_A = 339.80\ KN}$

التحقق: بتعويض V_A و V_B في المعادلة (1) نجد:

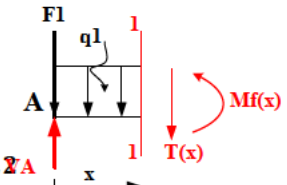
$$\boldsymbol{V_A + V_B} = 339.80 + 534.20 \Rightarrow \boldsymbol{V_A + V_B} = 874\ KN$$

ومنه المعادلة محققة.

2) كتابة معادلات الجهد القاطع وعزم الإنحناء:

- المقطع 1-1: $0 \le x \le 1.7\ m$ (القطع من اليسار)

$$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow -T(x) - F1 + VA - q1.x = 0$$
$$\Rightarrow -T(x) - 30 + 339.8 - 100\,x = 0$$



0.25 $\Rightarrow T(x) = -100\,x + 309.80$

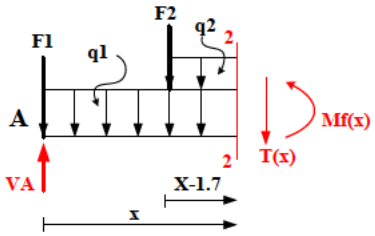
$$\sum M/_{1-1} = 0 \Rightarrow -Mf(x) - F1.x + VA.x - q1.\frac{x^2}{2} = 0$$
$$\Rightarrow -Mf(x) - 30\,x + 339.80.x - 50\,x^2 = 0$$

0.25 $\Rightarrow Mf(x) = -50\,x^2 + 309.80x$

X (m)	0	1.7
T(x) (KN)	309.80	139.80
Mf(x) (KN.m)	0	382.16

0.25
0.25

- المقطع 2-2: $1.7 \le x \le 4.5\ m$ (القطع من اليسار)



$$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow -T(x) - F1 - F2 - q1.x - q2\,(x - 1.7) + VA = 0$$
$$\Rightarrow -T(x) - 30 - 50 - 100\,x - 80\,(x - 1.7) + 339.8 = 0$$

0.25 $\Rightarrow T(x) = -180\,x + 395.80$

$$\sum M/_{2-2} = 0 \Rightarrow -Mf(x) - F1.x - F2(x - 1.7) - q1.\frac{x^2}{2} - q2.\frac{(x-1.7)^2}{2} + VA.x = 0$$
$$\Rightarrow -Mf(x) - 30\,x - 50(x - 1.7) - 50\,x^2 - 40(x - 1.7)^2 + 339.80\,x = 0$$

0.25 $\Rightarrow Mf(x) = -90\,x^2 + 395.80\,x - 30.6$

X (m)	1.7	4.5
T(x) (KN)	89.80	-414.20
Mf(x) (KN.m)	382.16	-72.00

0.25
0.25

- تحديد القيمة الأعظمية لعزم الإنحناء في المجال $[1.7\ ;\ 4.5]$:

T(1.7) = 89.80 KN > 0
T(4.5) = -414.20 KN< 0

$\rightarrow T(x) = 0 \Rightarrow -180\,x + 395.80 = 0 \Rightarrow x = 2.198\ m$

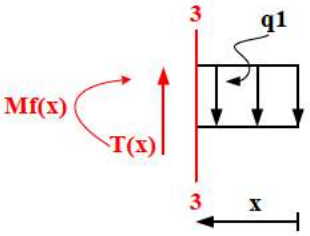
0.25 $\rightarrow Mf\ max = Mf(2.198) = 404.56\ KN.$

- المقطع 3-3: $0 \le x \le 1.2\ m$ (القطع من اليمين)

$$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow T(x) - q1.x = 0$$

$$\Rightarrow T(x) - 100\,x = 0$$

0.25 $$\Rightarrow \boldsymbol{T(x) = 100\,x}$$



$$\sum M/_{3-3} = 0 \Rightarrow Mf(x) + q1.\frac{x^2}{2} = 0$$

$$\Rightarrow Mf(x) + 50\,x^2 = 0$$

0.25 $$\Rightarrow \boldsymbol{Mf(x) = -50\,x^2}$$

X (m)	0	1.2
T(x) (KN)	0	120.00
Mf(x) (KN.m)	0	-72.00

0.25

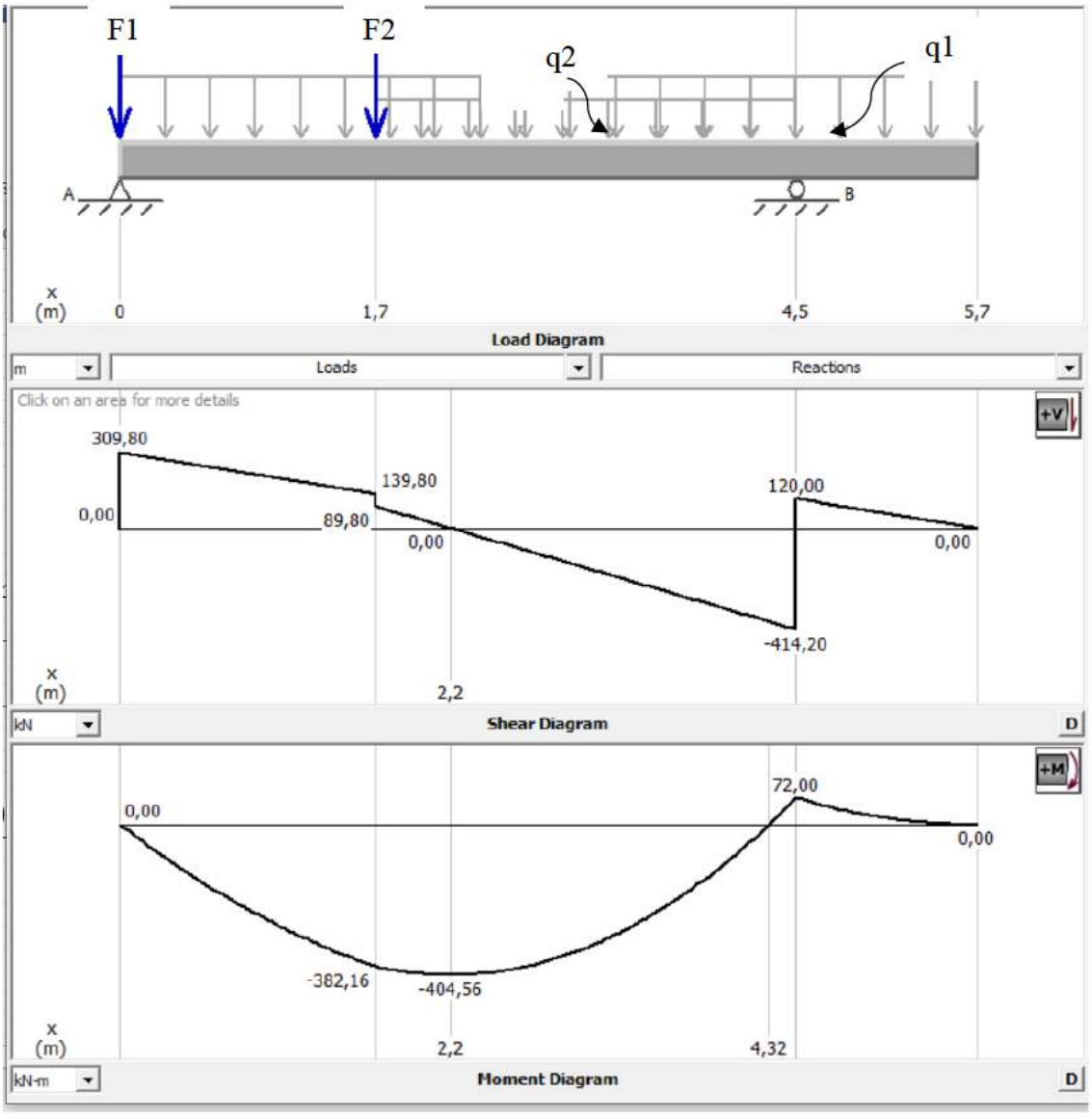
0.25

3) استنتاج القيم القصوى:

0.25 $T_{max} = 414.20$ KN

0.25 $M_{f\,max} = 404.56$ KN.m

4) رسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع و عزم الانحناء:



3*0.25

3*0.25

5) تحديد أبعاد مقطع الرافدة:

بتطبيق شرط المقاومة:

0.25

$$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$$

$$\sigma_{max} = \frac{6.Mf\ max}{b.h^2} \leq \bar{\sigma} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{max} = \frac{6.Mf\ max}{b.(\frac{3b}{2})^2} \leq \bar{\sigma}$$

$$\Rightarrow \quad \sigma_{max} = \frac{6.Mf\ max}{\frac{9}{4}.b^3} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \quad b \geq \sqrt[3]{\frac{6 \times 4 \times\ Mf\ max}{9 \times \bar{\sigma}}}$$

$$\Rightarrow \ b \geq \sqrt[3]{\frac{6 \times 4 \times\ 405\ \times 10^4}{9 \times 1000}} \quad \Rightarrow \quad b \geq 22.27\ cm$$

0.25 و منه نأخذ: $b = 25\ cm$ ، بالتعويض نجد : $h = 37.5\ cm$ إذا نأخذ : $h = 40\ cm$

6) التحقق من شرط المقاومة:

بتطبيق شرط المقاومة:

0.25

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

$$\tau_{max} = K.\frac{T_{max}}{\Omega} \leq \bar{\tau}$$

$$\Rightarrow \tau_{max} = \frac{3}{2}.\frac{414.20\ \times 100}{(25 \times 40)} \leq \bar{\tau}$$

0.25 $\tau_{max} = 62.13\ \ daN/cm^2 \quad < \quad \bar{\tau} = 90\ \ daN/cm^2$

ومنه شرط المقاومة محقق.

التمرين الثاني: (5 نقاط)

حساب قوة الإنضغاط (N_u): $N_u=1.35G+1.5Q$

0.5 $\Rightarrow N_u = 1.35 \times 3.2 + 1.5\ \times\ 2.1 \quad \Rightarrow N_u = 7.47\ MN$

1) حساب النحافة (λ):

0.5 بما أن مقطع العمود دائري: $\lambda = \frac{4L_f}{D} \Rightarrow \lambda = \frac{4 \times 460}{70} \quad \Rightarrow \lambda = 26.28$

2) حساب المعامل α بما أن ($\lambda < 50$) :

0.5 $$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} \quad \Rightarrow \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2\left(\frac{26.28}{35}\right)^2} \quad \Rightarrow \alpha = 0.7638$$

بما أن نصف الحمولات مطبقة قبل 90 يوم: $\frac{\alpha}{1.1} = 0.6943$

3) المقطع المصغر للخرسانة :

0.25 $$B_r = \frac{\pi(D-2)^2}{4} \quad \Rightarrow B_r = \frac{\pi(70-2)^2}{4} \quad \Rightarrow B_r = 3631.68\ cm^2$$

4) حساب مقطع التسليح الطولي النظري : (A_{th})

$$A_{th} = \left[\frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9.\gamma_b}\right]\frac{\gamma_s}{f_e} \quad \Rightarrow A_{th} = \left[\frac{7.47\times10^6}{0.6943} - \frac{3631.68\times10^2\times35}{0.9\times1.5}\right]\frac{1.15}{400}\times10^{-2}$$

0.5 $$\Rightarrow \boxed{A_{th} = 38.63\ cm^2}$$

5) حساب مقطع التسليح الأدنى : A_{min}

$A_{min} = \max\{4.U(cm^2) ; 0.2\%.B(cm^2)\}$

0.25 $4u = 4\pi D \Rightarrow 4u = 4\pi \times 0.7 \Rightarrow \boxed{4u = 8.80\ cm^2}$

0.25 $0.2\%B = 0.2\% \times \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow 0.2\%B = 0.2\% \times \frac{\pi \times 70^2}{4} \Rightarrow \boxed{0.2\%B = 7.70 cm^2}$

0.25 $A_{min} = \max(8.80 ; 7.70) \Rightarrow \boxed{A_{min} = 8.80\ cm^2}$

6) حساب مقطع التسليح المحسوب: A_{Scal}

$A_{scal} = \max(A_{th} ; A_{min}) \Rightarrow A_{scal} = \max(38.63 ; 8.80)$

0.5 $\boxed{A_{scal} = 38.63\ cm^2}$

7) مقطع التسليح الحقيقي: ($A_{Sréel}$)

0.5 من جدول التسليح نأخذ: **8HA25** $A_{S\ réel} = 39.27 cm^2$

8) التسليح العرضي:

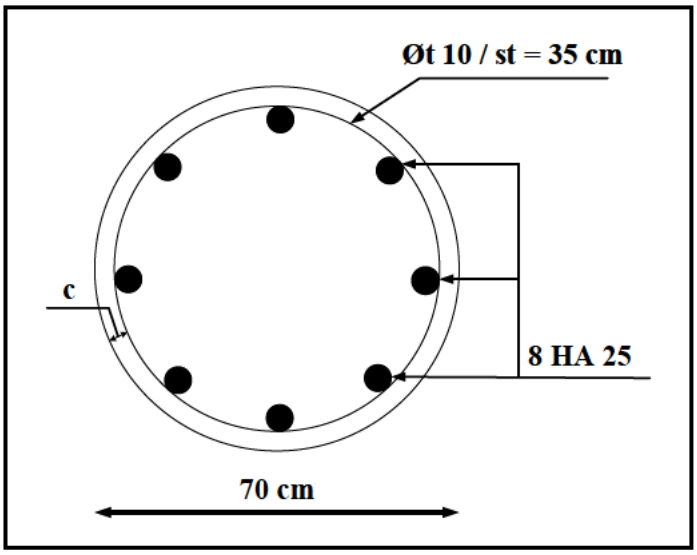
- القطر: $\emptyset_t \geq \frac{\emptyset_{L\,max}}{3} \Rightarrow \emptyset_t \geq \frac{25}{3} \Rightarrow \emptyset_t \geq 8.33\ mm$

0.25 نأخذ : $\boxed{\emptyset_t = 10\ mm}$

- تباعد الإطارات: $S_t \leq \min(15\times \emptyset_{Lmin} ; 40\ cm ; a + 10\ cm)$

$S_t \leq \min(37.5 ; 40 ; 80)$

0.25 نأخذ : $\boxed{S_t = 35 cm}$



0.5

البنـــــــــــــــــاء: 08 نقاط

التمرين الأول: (6 نقاط)

أرقام المظاهر العرضية 0.25

مناسيب نقاط الأرض الطبيعية 0.25

الاستكمال 0.50

مناسيب نقاط المشروع 1.50

المسافات الجزئية بين نقاط الأرض الطبيعية 0.75

المسافات المتراكمة 0.25

الميول 0.25

التراصفات والمنعرجات 0.25

تلوين مناطق الحفر والردم 0.50

رسم خط الأرض الطبيعية 0.25

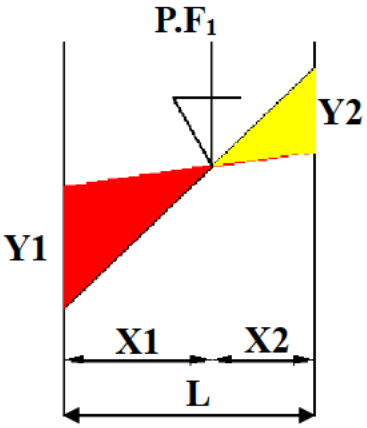
رسم خط المشروع 0.25

حساب طول المنعرج:

$$L_{P_2-P_3} = L_{P_3-P_4} = L_{P_4-P_5} = L_{P_5-P_6} = \frac{\pi R\alpha}{180} \qquad \Rightarrow L_{P_2-P_3} = \frac{\pi \times 115 \times 14.95}{180}$$

$$\Rightarrow \mathbf{L_{P_2-P_3} = 30.00\ m}$$

حساب المظهر الوهمي P.F1:



$$X_1 = \frac{Y_1}{Y_1+Y_2}.L \Rightarrow X_1 = \frac{1}{1+0.7}.30$$

0.125 $\Rightarrow X_1 = 17.65\ m$

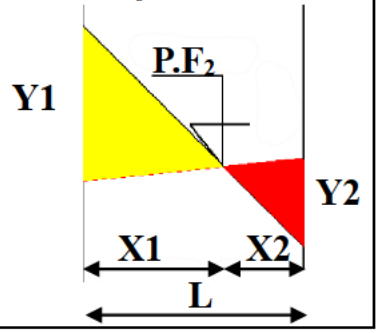
$$X_2 = \frac{Y_2}{Y_1+Y_2}.L \Rightarrow X_2 = \frac{0.7}{1+0.7}.30$$

0.125 $\Rightarrow \mathbf{X_2 = 12.35\ m}$

$\mathbf{P.F_1 = 923 + 1\% \times 17.65}$

0.25 $\mathbf{P.F_1 = 923.18\ m}$

حساب المظهر الوهمي P.F2:



$$X_1 = \frac{Y_1}{Y_1+Y_2}.L \Rightarrow X_1 = \frac{2.1}{2.1+1.2}.30$$

0.125 $\Rightarrow X_1 = 19.09\ m$

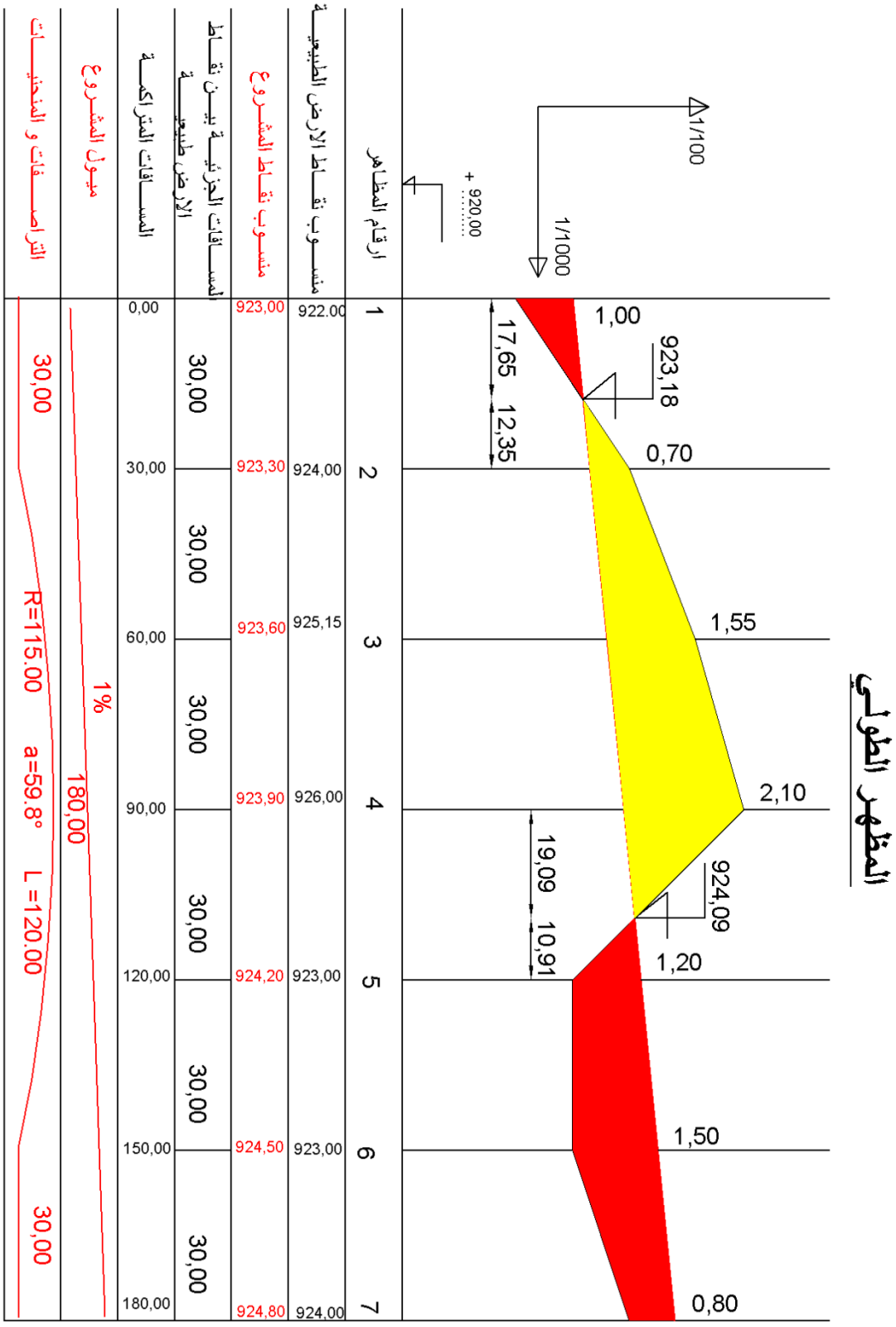
$$X_2 = \frac{Y_2}{Y_1+Y_2}.L \Rightarrow X_2 = \frac{1.2}{2.1+1.2}.30$$

0.125 $\Rightarrow \mathbf{X_2 = 10.91\ m}$

$P.F_2 = 923.90 + 1\% \times 19.09$

0.25

$P.F_2 = 924.09$ m



التمرين الثاني: (2 نقاط)

1) تسمية العناصر المرقمة:

0.25*5

1	طبقة الشكل	2	الطبقة التحتية	3	طبقة الأساس
4	طبقة القاعدة	5	طبقة السطح		

0.75

2) الطبقة الأكثر مقاومة: طبقة القاعدة.

الموضوع الثاني

الميكانيك المطبقة: 12 نقطة

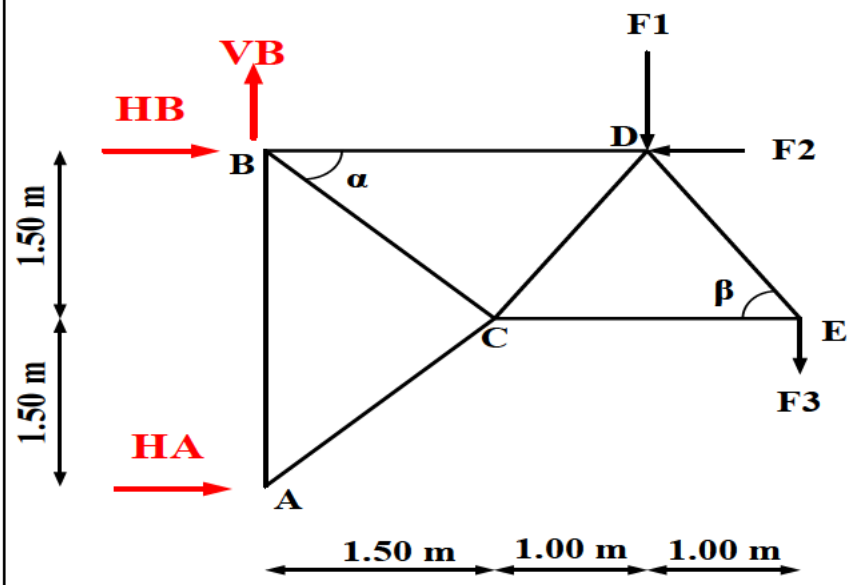
التمرين الأول: (7 نقاط)

1) التأكد من أن النظام محدد سكونيا:

0.25 $b = 2\,n - 3 \Rightarrow 7 = 2(5) - 3 = 7$

ومنه النظام محدد سكونيا.

2) حساب ردود الأفعال عند المسندين:



$\sum F_{/X} = 0 \Rightarrow H_A + H_B - F2 = 0 \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{H_A + H_B = 30\ KN}$ ..... (1)

$\sum F_{/Y} = 0 \Rightarrow V_B - F1 - F3 = 0$

0.5 $\Rightarrow V_B - 60 - 20 = 0 \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{V_B = 80\ KN}$

$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow H_B \times 3 + F1 \times 2.5 + F3 \times 3.5 - F2 \times 3 = 0$

$\Rightarrow H_B \times 3 + 60 \times 2.5 + 20 \times 3.5 - 30 \times 3 = 0$

0.25 $\Rightarrow H_B = \dfrac{-60 \times 2.5 - 20 \times 3.5 + 30 \times 3}{3} \Rightarrow \boldsymbol{H_B = -43.33\ KN}$

$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow -H_A \times 3 + F1 \times 2.5 + F3 \times 3.5 = 0$

$\Rightarrow -H_A \times 3 + 60 \times 2.5 + 20 \times 3.5 = 0$

0.25 $\Rightarrow H_A = \dfrac{60 \times 2.5 - 20 \times 3.5}{3} \Rightarrow \boldsymbol{H_A = 73.33\ KN}$

التحقق: بتعويض H_A و H_B في المعادلة (1) نجد:

$$\boldsymbol{H_A + H_B} = 73.33 - 43.33 \quad \Rightarrow H_A + H_B = 30\ KN$$

ومنه المعادلة محققة.

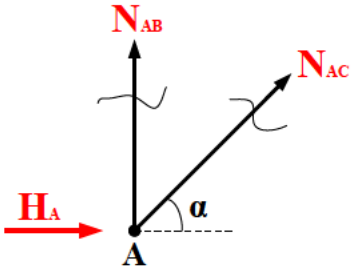
3) حساب الجهود الداخلية في العقد:

- **العقدة A :**

$$\sum F_{/X} = 0 \Rightarrow N_{AC} \times \cos\alpha + HA = 0$$

$$\Rightarrow N_{AC} \times \cos\alpha + 73.33 = 0$$

0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{N_{AC} = -103.72\ KN}$ (نضغاط)



$$\sum F_{/Y} = 0 \Rightarrow N_{AB} + N_{AC} \times \sin\alpha = 0$$

0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{N_{AB} = 73.33}$ (شد)

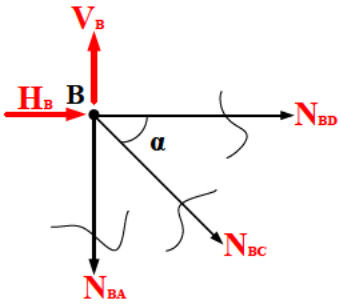
- **العقدة B :**

$$\sum F_{/Y} = 0 \Rightarrow -N_{BC} \times \sin\alpha + VB - \boldsymbol{N_{BA}} = 0$$

0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{N_{BC} = 9.43\ KN}$ (شد)

$$\sum F_{/X} = 0 \rightarrow N_{BD} + N_{BC} \times \cos\alpha + HB = 0$$

0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{N_{BD} = 36.66\ KN}$ (شد)



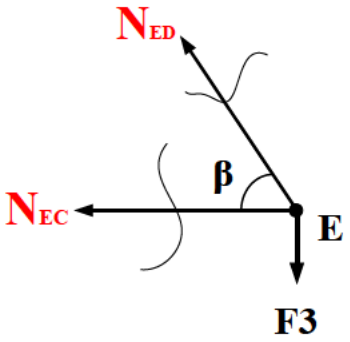
- **العقدة E :**

$$\sum F_{/Y} = 0 \Rightarrow N_{ED} \times \sin\beta - F3 = 0$$

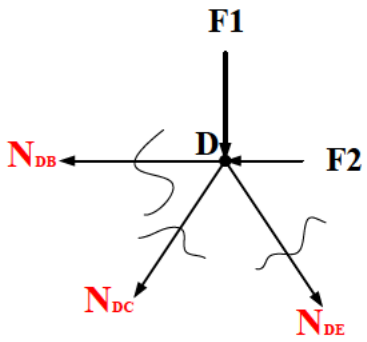
0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{N_{ED} = 24.04\ KN}$ (شد)

$$\sum F_{/X} = 0 \Rightarrow -N_{EC} - N_{ED} \times \cos\beta = 0$$

0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{N_{EC} = -13.34\ KN}$ (نضغاط)



- **العقدة D :**



$$\sum F_{/Y} = 0 \Rightarrow -N_{DC} \times \sin\beta - N_{DE} \times \sin\beta - F1 = 0$$

0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{N_{DC} = -96.15\ KN}$ (نضغاط)

✓ **تدوين النتائج في جدول:**

القضيب	AC	AB	BC	BD	ED	EC	DC
الشدة (KN)	103.72	73.33	9.43	36.66	24.04	13.34	96.15
الطبيعة	انضغاط	شد	شد	شد	شد	انضغاط	انضغاط

0.5

4) 4-1- تحديد نوع المجنب اللازم من الجدول المرفق:

بتطبيق شرط المقاومة:

$$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{N_{AC}}{2S} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow S \geq \frac{10372}{2 \times 1600}$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{S \geq 3.24\ cm^2}$$

0.5 نختار من الجدول المجنب : **L (45 × 45 × 4.5)** ذو المساحة **S = 3.90 cm ²**

4-2- حساب قيمة التشوه مع تحديد طبيعته:

$$\Delta L_{AC} = \frac{N_{AC} \times L_{AC}}{E \times 2S}$$

- **حساب الطول L_{AC}:**

تطبيق نظرية فيثاغورس:

$$L_{AC} = \sqrt{1.5^2 + 1.5^2}$$
$$L_{AC} = 2.12\ m$$

0.25 $\Rightarrow \boldsymbol{L_{AC} = 212\ cm}$

0.25 $\Delta L_{AC} = -\frac{10372 \times 212}{2 \times 10^6 \times 2 \times 3.90} \Rightarrow \boldsymbol{\Delta L_{AC} = -0.14\ cm}$ تقلص

4-3- حساب قيمة التشوه النسبي:

0.25 $\varepsilon_{\%} = \frac{\Delta L_{AC}}{L_{AC}} \Rightarrow \varepsilon_{\%} = \frac{0.14}{212} \times 100 \Rightarrow \boldsymbol{\varepsilon_{\%} = 0.066\%}$

5) 5-1- حساب المساحة الكلية المعرضة للقص:

بتطبيق شرط المقاومة:

$$\tau_{max} \leq \bar{\tau} \Rightarrow \frac{T_{AC}}{S} \leq \bar{\tau} \Rightarrow S \geq \frac{10372}{280}$$

0.25 $\Rightarrow \boldsymbol{S \geq 37.04\ cm^2}$

5-2 تحديد عدد البراغي اللازمة للتثبيت:

بتطبيق شرط المقاومة:

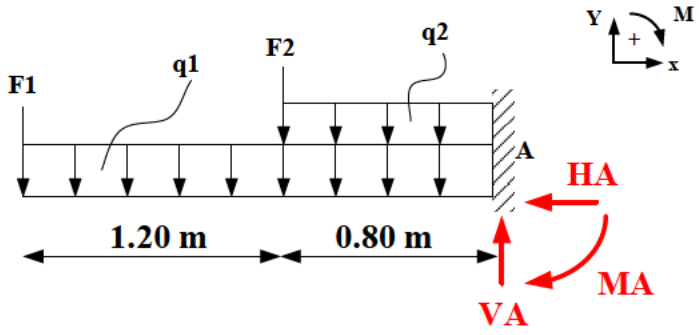
$$\tau_{max} \leq \bar{\tau} \Rightarrow \frac{T_{AC}}{n \,.\, m \,.\, S} \leq \bar{\tau}$$

$$\Rightarrow n \geq \frac{10372}{2 \times \frac{\pi \times 2.2^2}{4} \times 280} \Rightarrow \boldsymbol{n \geq 4.87\ cm^2}$$

0.25 نأخذ عدد البراغي: **n = 5**

التمرين الثاني: (5 نقاط)

1) حساب ردود الأفعال عند الوثاقة:



0.25 $\sum F/_X = 0 \Rightarrow \boldsymbol{H_A = 0KN}$

$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow V_A - F1 - F2 - q1 \times 2 - q2 \times 0.8 = 0$

$\Rightarrow V_A - 5 - 20 - 10 \times 2 - 20 \times 0.8 = 0$

0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{V_A = 61\ KN}$

$\sum M/_A = 0 \Rightarrow M_A - F1 \times 2 - F2 \times 0.8 - q1 \times 2 \times \frac{2}{2} - q2 \times 0.8 \times \frac{0.8}{2} = 0$

$\Rightarrow M_A - 5 \times 2 - 20 \times 0.8 - 10 \times 2 \times 1 - 20 \times 0.8 \times 0.4 = 0$

0.5 $\Rightarrow \boldsymbol{M_A = 52.40\ KN.m}$

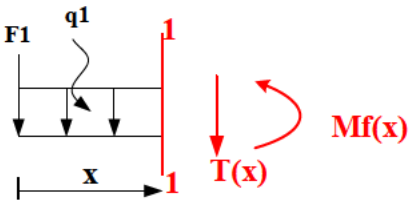
2) كتابة معادلات الجهد القاطع وعزم الإنحناء:

- **المقطع 1-1:** $0 \leq x \leq 1.2\ m$ **(القطع من اليسار)**

$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow -\boldsymbol{T(x) - F1 - q1.x = 0}$

$\Rightarrow -\boldsymbol{T(x) - 5 - 10x = 0}$

0.25 $\Rightarrow \boldsymbol{T(x) = -10x - 5}$



$\sum M/_{1-1} = 0 \Rightarrow -Mf(x) - F1.x - q1.\frac{x^2}{2} = 0$

$\Rightarrow -Mf(x) - 5x - 5x^2 = 0$

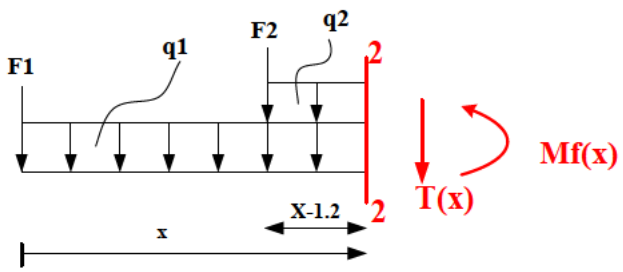
0.25 $\Rightarrow \boldsymbol{Mf(x) = -5x^2 - 5x}$

X (m)	0	1.2
T(x) (KN)	-5	-17
Mf(x) (KN.m)	0	-13.2

0.25

0.25

- **المقطع 2-2:** $1.2 \leq x \leq 2\ m$ **(القطع من اليسار)**



$$\sum F/_Y = 0 \Rightarrow -T(x) - F1 - q1.x - F2 - q2\,(x-1.2) = 0$$

$$\Rightarrow -T(x) - 5 - 10x - 20 - 20\,(x-1.2) = 0$$

0.25 $$\Rightarrow T(x) = -30x - 1$$

$$\sum M/_{2-2} = 0 \Rightarrow -Mf(x) - F1.x - q1.\frac{x^2}{2} - F2(x-1.2) - q2.\frac{(x-1.2)^2}{2} = 0$$

$$\Rightarrow -Mf(x) - 5x - 5x^2 - 20(x-1.2) - 10(x-1.2)^2 = 0$$

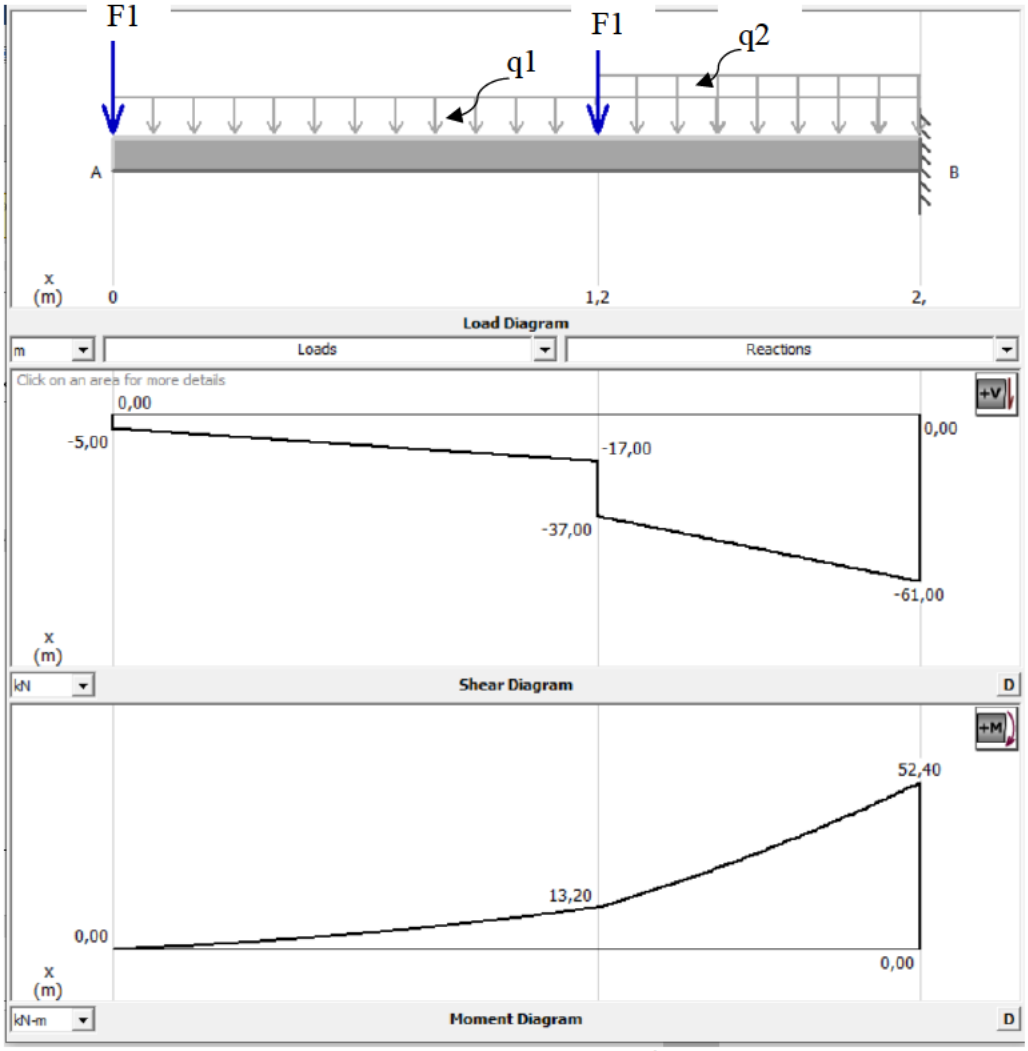
0.25 $$\Rightarrow Mf(x) = -15x^2 - x + 9.6$$

X (m)	1.2	2
T(x) (KN)	-37	-61
Mf(x) (KN.m)	-13.2	-52.4

0.25

0.25

3) رسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع وعزم الإنحناء:



0.25*2

0.25*2

4) استنتاج القيم القصوى للجهد القاطع وعزم الانحناء:

0.25 T_{max} = 61.00 KN

0.25 $M_{f\,max}$ = 52.40 KN.m

5) استخراج من الجدول المجنب اللازم:

بتطبيق شرط المقاومة:

$$\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}$$

$$\sigma_{max} = \frac{Mf_{max}}{W_{xx'}} \leq \bar{\sigma}$$

$$W_{xx'} \geq \frac{Mf_{max}}{\bar{\sigma}}$$

$$W_{xx'} \geq \frac{52.40 \times 100 \times 100}{1600} \Rightarrow \boldsymbol{W_{xx'} \geq 327.5\ cm^3}$$

ومنه نوع المجنب اللازم هو: **IPN 240** الموافق لمعامل المقاومة:

0.25 $\boldsymbol{W_{xx'} = 354\ cm^3}$

البنـــــــــــــــاء: 08 نقاط

التمرين الأول: (6 نقاط)

1) **حساب مساحة القطعة (ABCD):**

0.25 $$S_{ABCD} = \frac{1}{2}\sum [X_n(Y_{n-1} - Y_{n+1})]$$

0.25 $$S_{ABCD} = \frac{1}{2}[X_A(Y_D - Y_B) + X_B(Y_A - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_A)]$$

0.25 $$S_{ABCD} = \frac{1}{2}[112.5332(90.00 - 150.00) + 150.00(100.00 - 150.00) + 180.00(150.00 - 90.00) + 150.00(150.00 - 100.00)]$$

$$S_{ABCD} = \frac{1}{2}[-6751.9920 + (-7500.00) + 10800.00 + 7500.00]$$

$$S_{ABCD} = \frac{1}{2}[4048.0080]$$

0.25 $$\boldsymbol{S_{ABCD} = 2024.00\ m^2}$$

2) **حساب السمت الاحداثي:**

حساب السمت الاحداثي G_{AB}

- **حساب فروق الاحداثيات:**

0.25 $$\Delta X_{AB} = X_B - X_A \Rightarrow \Delta X_{AB} = 150.00 - 112.5332$$
$$\Rightarrow \boldsymbol{\Delta X_{AB} = 37.47\ m > 0}$$

0.25 $$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A \Rightarrow \Delta Y_{AB} = 150.00 - 100.00$$
$$\Rightarrow \boldsymbol{\Delta Y_{AB} = 50.00\ m > 0}$$

- **حساب الزاوية المختصرة**

0.25 $$g = \tan^{-1}\left|\frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}\right| \Rightarrow g = \tan^{-1}\left|\frac{37.47}{50.00}\right| \Rightarrow \boldsymbol{g = 40.94\ gr}$$

حساب السمت الاحداثي G_{AB}

بما أن $\Delta X_{AB} > 0$ و $\Delta Y_{AB} > 0$ فان AB يقع في الربع الأول:

0.25 $$G_{AB} = g \Rightarrow \boldsymbol{G_{AB} = 40.94\ gr}$$

حساب السمت الاحداثي G_{AD}

- **حساب فروق الاحداثيات:**

$$\Delta X_{AD} = X_D - X_A \Rightarrow \Delta X_{AD} = 150.00 - 112.5332$$

0.25 $$\Rightarrow \Delta X_{AD} = 37.47\ m > 0$$

$$\Delta Y_{AD} = Y_D - Y_A \Rightarrow \Delta Y_{AD} = 90.00 - 100.00$$

0.25 $$\Rightarrow \Delta Y_{AD} = -10.00\ m < 0$$

بما أن $\Delta X_{AD} > 0$ و $\Delta Y_{AD} < 0$ فان AD ينتمي للربع الثاني:

- **حساب الزاوية المختصرة**

0.25 $$g = \tan^{-1}\left|\frac{\Delta X_{AD}}{\Delta Y_{AD}}\right| \Rightarrow g = \tan^{-1}\left|\frac{37.47}{-10.00}\right| \Rightarrow g = 83.40\ gr$$

- **حساب السمت الاحدائي G_{AD}:**

0.25 $$G_{AD} = 200 - g \Rightarrow G_{AD} = 200 - 83.40 \Rightarrow G_{AD} = 116.60\ gr$$

استنتاج الزاوية α:

0.25 $$\alpha = G_{AD} - G_{AB} \Rightarrow \alpha = 116.60 - 40.94 \Rightarrow \alpha = 75.66\ gr$$

3) حساب مساحة القطعة (1) باستعمال طريقة الاحداثيات القطبية:

- **حساب طول الضلع L_{AB} و L_{AD}:**

$$L_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^{\,2} + \Delta Y_{AB}^{\,2}} \Rightarrow L_{AB} = \sqrt{(37.47)^2 + (50.00)^2}$$

0.25 $$\Rightarrow L_{AB} = 62.48\ m$$

$$L_{AD} = \sqrt{\Delta X_{AD}^{\,2} + \Delta Y_{AD}^{\,2}} \Rightarrow L_{AD} = \sqrt{(37.47)^2 + (10)^2}$$

0.25 $$\Rightarrow L_{AD} = 38.78\ m$$

0.25 $$S_1 = \frac{1}{2}\sum l_n \times l_{n+1}(G_{n+1} - G_{n-1})$$

0.25 $$S_1 = \frac{1}{2}\sum (\ l_{AB} \times l_{AD}(G_{AD} - G_{AB})$$

0.25 $$S_1 = \frac{1}{2}\sum [\ 62.48 \times 38.78 \times sin(75.66)]$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \times [2248.03]$$

0.25 $$S_1 = 1124.01\ m^2$$

4) استنتاج مساحة القطعة (2):

0.25 $$S_2 = S_{ABCD} - S_1 \Rightarrow S_2 = 2024.00 - 1124.01 \Rightarrow S_2 = 900.00\ m^2$$

5) إيجاد إحداثيات النقطة E حتى تتساوى مساحة القطعتين (1) و (2):

$$S_1 = \frac{1}{2}[X_A(Y_E - Y_B) + X_B(Y_A - Y_E) + X_E(Y_B - Y_A)] \Rightarrow S_1 = 1012.00\ m^2$$

$$S_1 = \frac{1}{2}[112.5332(Y_E - 150.00) + 150.00(100.00 - Y_E) + X_E(150.00 - 100.00)]$$

$$S_1 = \frac{1}{2}[112.5332\,Y_E - 16879.98 + 15000.00 - 150.00Y_E + 150.00X_E - 100.0000X_E\ ]$$

$$-37.4668Y_E + 50.00X_E - 1879.98 = 2024.00$$

0.25 $$-37.4668Y_E + 50.00X_E = 3903.98 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$S_2 = \frac{1}{2}[X_B(Y_E - Y_C) + X_C(Y_B - Y_D) + X_D(Y_C - Y_E) + X_E(Y_D - Y_B)]$$

$$\Longrightarrow S_2 = 1012.00\ m^2$$

$$S_2 = \frac{1}{2}[150.00(Y_E - 150.00) + 180.00(150.00 - 90.00) + 150.00(150.00 - Y_E) + X_E(90.00 - 150.00)]$$

$$S_2 = \frac{1}{2}[150.00\,Y_E - 22500.00 + 27000.00 - 16200.00 + 22500.00 - 150.00Y_E + 90.00X_E - 150.00X_E]$$

$$-60.00X_E + 10800.00 = 2024.00$$

$$-60X_E = -8776 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

0.25

من المعادلة (2) نجد: $X_E = 146.27\ m$

بتعويض X_E في المعادلة (1) نجد : $Y_E = 91.00\ m$

0.5 **E (146.27 ; 91.00) m**

التمرين الثاني: (2 نقاط)

0.5 **1) يمثل الشكل (5) :** الغمـــــــــــــاء.

2) تسمية العناصر المرقمة:

6*0.25

1	الهيكل الثلاثي	**2**	حاملات الروافد	**3**	دعائم السقف
4	الشرائح	**5**	التغطية (القرميد)	**6**	المزراب