



على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 6 إلى الصفحة 3 من 6)

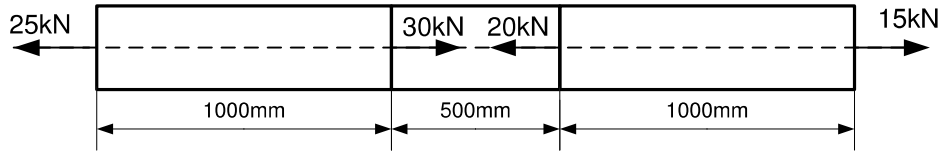
الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: دراسة قضيب من الفولاذ (05 نقاط)

قضيب من الفولاذ تحت تأثير قوى محورية كما يوضحه الشكل -1-

يُعطى: - معامل المرونة الطولي للفولاذ $E = 2.10^5 MPa$

- مساحة المقطع العرضي للقضيب ثابتة تقدر بـ: $S = 200mm^2$



الشكل - 1-

المطلوب:

(1) حدّد قيمة الجهد النّاطمي (N) ثمّ أوجد قيمة الإجهاد النّاطمي (σ) في مختلف مقاطع القضيب.

(2) أنشئ مخطّط الإجهاد النّاطمي (σ) على طول القضيب.

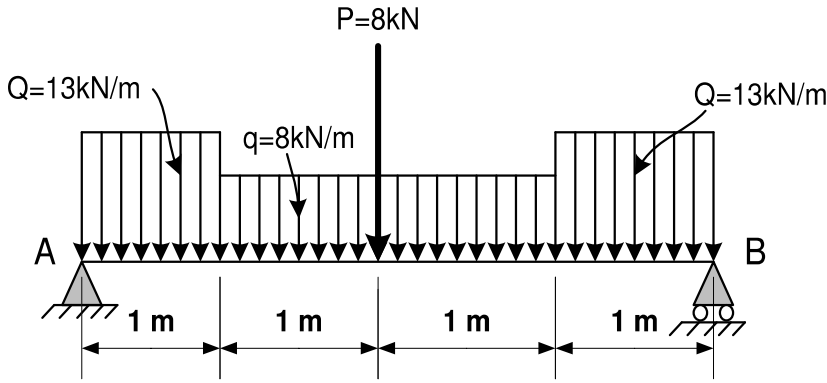
(3) أحسب التّشوه المطلق الكليّ ΔL للقضيب واستنتج طبيعة تشوّهه.

ملاحظة: تُعطى النّتائج بثلاثة أرقام بعد الفاصلة.

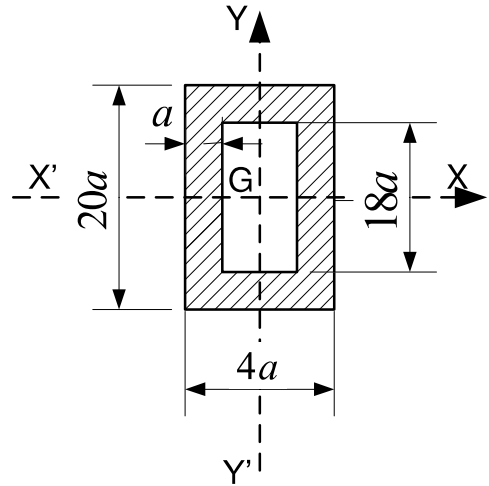


النشاط الثاني: دراسة رافدة معدنية (07 نقاط)

تهدف الدراسة لتحديد أبعاد مقطع عرضي لرافدة معدنية ممثلة بالشكل الميكانيكي (الشكل -2-) و المستندة على مسندين حيث المسند A مزدوج (مضاعف) و المسند B بسيط.



الشكل-2-



شكل المقطع العرضي للرافدة

المطلوب:

- 1) أحسب قيم ردود الأفعال عند المسندين A و B.
- 2) أكتب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
- 3) أرسم منحنيات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
- 4) إذا علمت أن:

- الإجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN} / \text{cm}^2$

- عزم الانحناء الأعظمي $M_{f \max} = 26.5 \text{ kN.m}$

- عزم عطالة المقطع العرضي $I_{/x'x} = \left(\frac{20336}{12} \right) a^4$

• حدّد قيمة البعد a التي من أجلها يتحقّق شرط المقاومة.

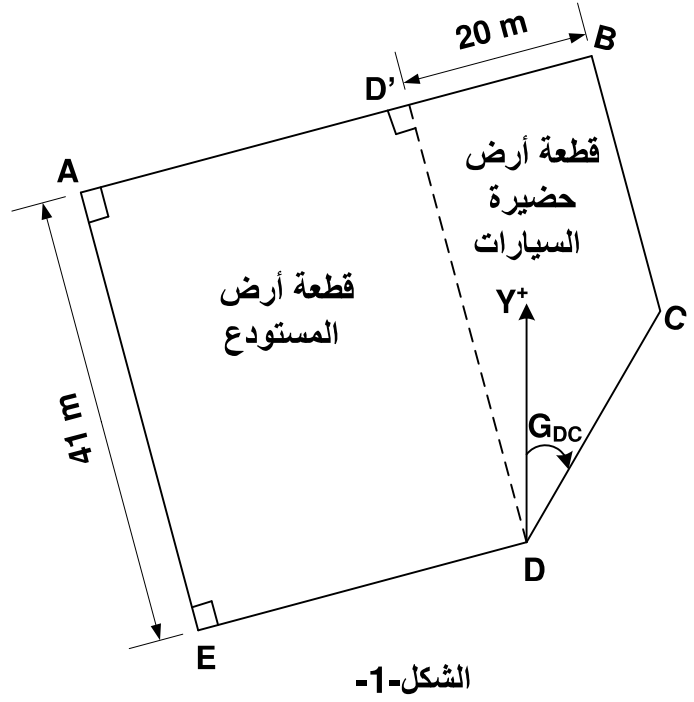


البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول: دراسة طبوغرافية (06 نقاط)

يمثل الشكل -1- قطعة أرض ABCDE معرّفة بالإحداثيات القائمة لرؤوسها و مخصّصة لاستقبال مشروع مستودع و حضيرة للسيارات.

الإحداثيات القائمة لرؤوس قطعة الأرض ABCDE		
النقاط	X(m)	Y(m)
A	41.87	90.11
B	91.86	100.24
C	96.82	75.73
D	?	?
E	50.01	49.93



الشكل-1-

المطلوب:

- (1) أوجد إحداثيات النقطة D إذا علمت أنّ: $G_{DC} = 44.44gr$ و $L_{DC} = 25.61m$.
- (2) أحسب مساحة قطعة الأرض ABCDE بطريقة الإحداثيات القائمة.
- (3) أحسب مساحة قطعة الأرض D'BCD المخصّصة لحضيرة السيارات بطريقة الإحداثيات القطبية علماً أنّ:
 $G_{D'B} = 87.27gr$ و $G_{D'D} = 187.33gr$ ثم استنتج مساحة قطعة الأرض AD'DE المخصّصة لإنجاز المستودع .

النشاط الثاني: أسئلة نظرية (02 نقاط)

- (1) أذكر أربعة أنواع من الجدران حسب تصنيفها من حيث مادّة البناء .
- (2) ماهي خصائص المظهر الطّولي؟

انتهى الموضوع الأول



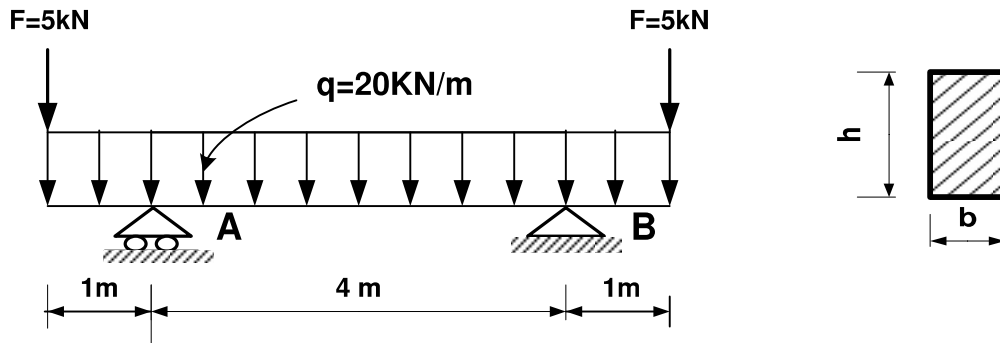
الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (03) صفحات (من الصفحة 4 من 6 إلى الصفحة 6 من 6)

الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

النشاط الأول: دراسة رافدة (06 نقاط)

لتكن الرافدة (AB) المرتكزة على مسند بسيط (A) ومسند مضاعف (B) انظر (الشكل رقم 01).



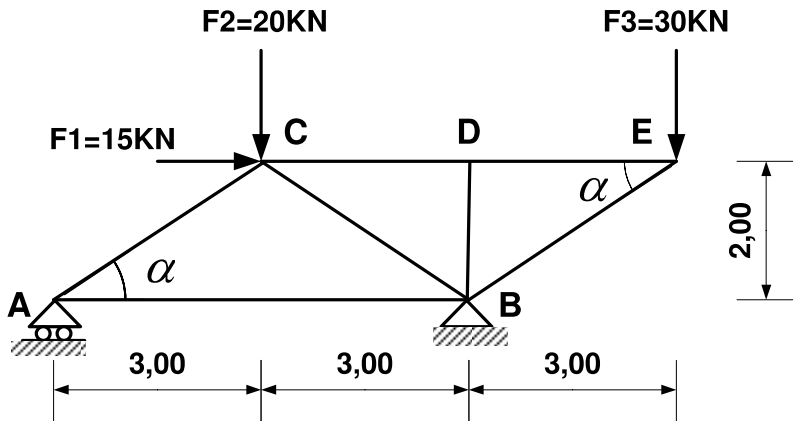
الشكل رقم 01

المطلوب:

- 1) أحسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.
- 2) أكتب معادلات الجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (Mf) و ارسم منحنييهما على طول الرافدة.
- 3) أحسب الإجهاد الناطمي الأعظمي σ_{max} و الإجهاد المماسي الأعظمي τ_{max} علما أن الرافدة ذات مقطع عرضي مستطيل $h=30\text{ cm}$ و $b=20\text{ cm}$.

النشاط الثاني: دراسة نظام مثلي (06 نقاط)

ليكن النظام المثلي الموضح في (الشكل رقم 02) حيث (A) مسند بسيط و (B) مسند مضاعف.



الشكل رقم 02

تُعطى:

$$\cos(\alpha) = 0.832$$

$$\sin(\alpha) = 0.554$$

المطلوب:

- 1) تأكد أن النظام محدد سكونيا.
- 2) أحسب ردود الأفعال في المسندين A و B.



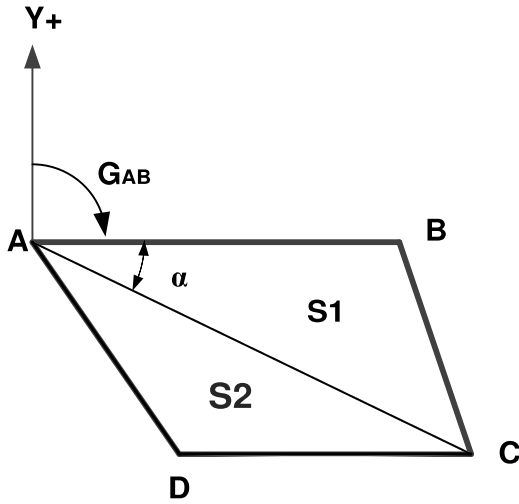
(3) أوجد الجهود الداخلية في القضبان باستعمال الطريقة التحليلية (طريقة عزل العقد) مبيتا طبيعتها ثم دَوّن النتائج في جدول.

(4) أحسب مساحة مقطع القضيب BC الأكثر تحميلا حيث $N_{BC}=54.15 \text{ KN}$ والإجهاد المسموح به $\bar{\sigma}=1600 \text{ daN/cm}^2$.

البناء : (08 نقاط)

النشاط الأول: طبوغرافيا (04 نقاط)

قطعة أرض رباعية الشكل ABCD تتكوّن من جزئين S_1 و S_2 كما هو موضّح في (الشكل رقم 03) مساحتها الإجمالية $S=135000 \text{ m}^2$. نريد إنجاز ورشة صناعيّة مساحتها 50000 m^2 على الجزء S_2 . تُعطى الإحداثيات القائمة للنقطتين A و C.



النقاط	X(m)	Y(m)
A	100	400
C	700	100

الشكل رقم 03

المطلوب:

- (1) أحسب السمت الإحداثي GAC ثم استنتج قيمة الزاوية α ، علما أنّ $G_{AB}=100 \text{ gr}$.
- (2) أحسب الطول LAC.
- (3) أحسب مساحة الجزء S_1 باستعمال الإحداثيات القطبيّة، علما أنّ الطول $L_{AB}=500 \text{ m}$.
- (4) هل المساحة S_2 كافية لاستقبال مشروع الورشة الصناعيّة؟

النشاط الثاني: مظهر طولي لمشروع طريق (04 نقاط)

يُعطى المظهر الطولي لمشروع طريق يمتدّ من المقطع P1 إلى P6 (الشكل 04) في الصفحة 6 من 6.

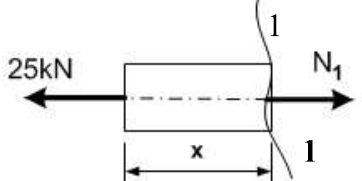
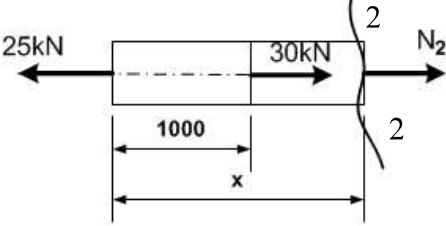
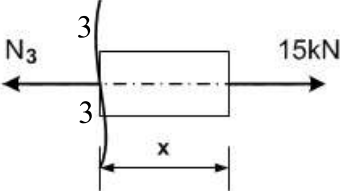
المطلوب:

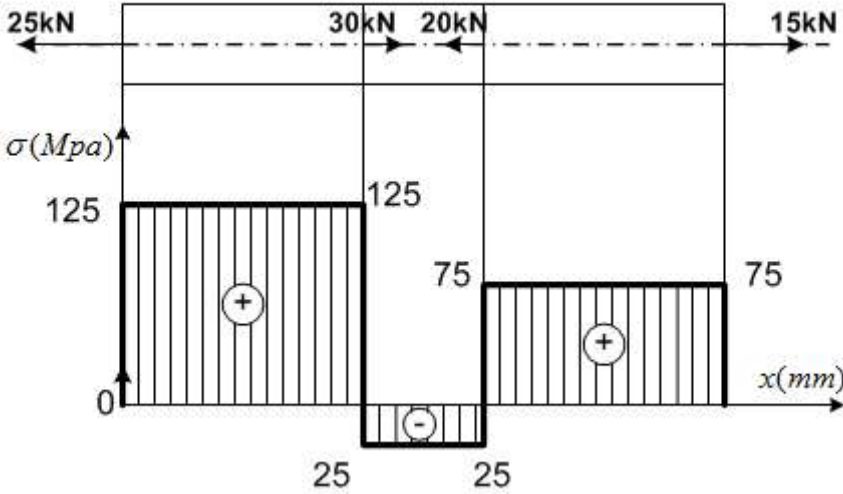
- (1) أتمم ملء بيانات جدول المظهر الطولي المرسوم على الوثيقة المرفقة (الصفحة 6 من 6).
- (2) أحسب المسافات التي تحدّد وضعيّة المظهر الوهمي PF.



ملاحظة: تعاد هذه الوثيقة مع أوراق الإجابة.

1/100 1/1000 +418.00		PF					
أرقام المظاهر العرضية	1	2	3	4	5	6	
مناسيب الأرض الطبيعية	420.00	421.00	422.00	421.00	421.00	420.00	
مناسيب نقاط المشروع	419.00	.....	.....	422.00	.....	421.00	
المسافات الجزئية	20.00	30.00	.....	20.00	20.00		
المسافات المجمعة	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
الانحدرات							
الاستقامات و المنعرجات			R=100m α=17.20° D=.....				

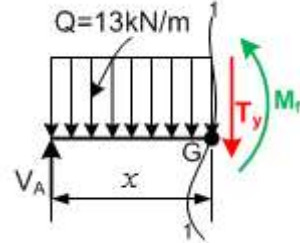
العلامة		عناصر الإجابة
مجموع	مجزأة	
		الميكانيك المطبقة: (12 نقطة) النشاط الأول: (5 نقاط) 1- تحديد قيمة الجهد النأظمي في مختلف مقاطع القضيب: - المقطع الأول: $0 \leq x \leq 1000mm$ $\sum F_{/x} = 0 \Rightarrow N_1 = 25kN$  - المقطع الثاني: $1000 \leq x \leq 1500mm$ $\sum F_{/x} = 0 \Rightarrow N_2 = -5kN$  - المقطع الثالث: $1000mm \geq x \geq 0$ $\sum F_{/x} = 0 \Rightarrow N_3 = 15kN$  ملاحظة: ينقط الرسم على 0.25 و تنقط قيمة N على 0.25 في كل حالة إيجاد قيمة الإجهاد النأظمي في مختلف مقاطع القضيب : - المقطع الأول: $0 \leq x \leq 1000mm$ $\sigma_1 = \frac{N_1}{S} = \frac{25 \times 10^3}{200} = 125MPa$ - المقطع الثاني: $1000 \leq x \leq 1500mm$ $\sigma_2 = \frac{N_2}{S} = \frac{-5 \times 10^3}{200} = -25MPa$ - المقطع الثالث: $1000mm \geq x \geq 0$ $\sigma_3 = \frac{N_3}{S} = \frac{15 \times 10^3}{200} = 75MPa$
2.25	0.25	

0.75 0.25x3	2- مخطط الإجهاد النازمي على طول القضيب:  3- حساب التشوه الكلي للقضيب: المقطع الأول: $0 \leq x \leq 1000mm$ $\Delta L_1 = \frac{N_1 \times L_1}{E \times S} = \frac{25 \times 10^3 \times 10^3}{2 \times 10^5 \times 200} = 0.625mm$ المقطع الثاني: $1000 \leq x \leq 1500mm$ $\Delta L_2 = \frac{N_2 \times L_2}{E \times S} = \frac{-5 \times 10^3 \times 10^2 \times 5}{2 \times 10^5 \times 200} = -0.063mm$ المقطع الثالث: $1000mm \geq x \geq 0$ $\Delta L_3 = \frac{N_3 \times L_3}{E \times S} = \frac{15 \times 10^3 \times 10^3}{2 \times 10^5 \times 200} = 0.375mm$ $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 = 0.937mm$ $\Delta L = 0.95mm$ f 0 ومنه طبيعة التشوه تمدد (استطالة).	النشاط الثاني: (07 نقاط) 1- حساب قيم ردود الأفعال: $H_A = 0$, $V_A = 25kN$, $V_B = 25kN$
05 0.50	0.25x2	

2- كتابة معادلات الجهد القاطع T و عزم الانحناء M_f

المقطع الأول: $0 \leq x \leq 1.00$ →

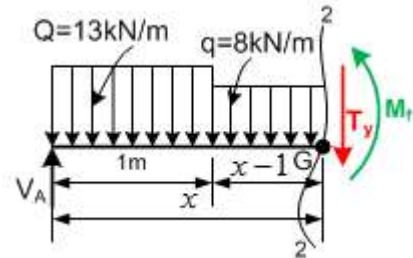
0.5
 $T(x) = (-13x + 25) [kN]$
 $T(x = 0) = 25 kN$
 $T(x = 1) = 12 kN$



0.5
 $M_f(x) = (-6.5x^2 + 25x) [kN.m]$
 $M_f(x = 0) = 0$
 $M_f(x = 1) = 18.5 kN.m$

المقطع الثاني: $1.00 \leq x \leq 2.00$ →

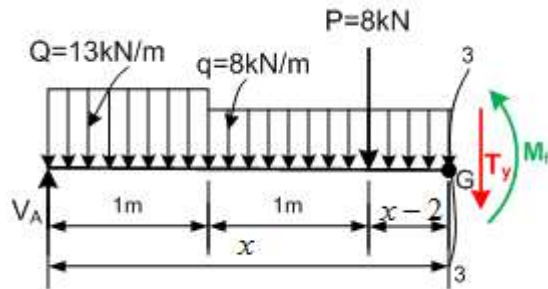
0.5
 $T(x) = (-8x + 20) [kN]$
 $T(x = 1) = 12 kN$
 $T(x = 2) = 4 kN$



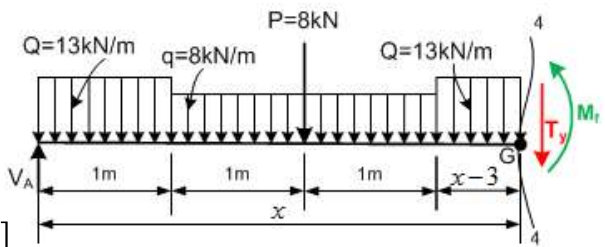
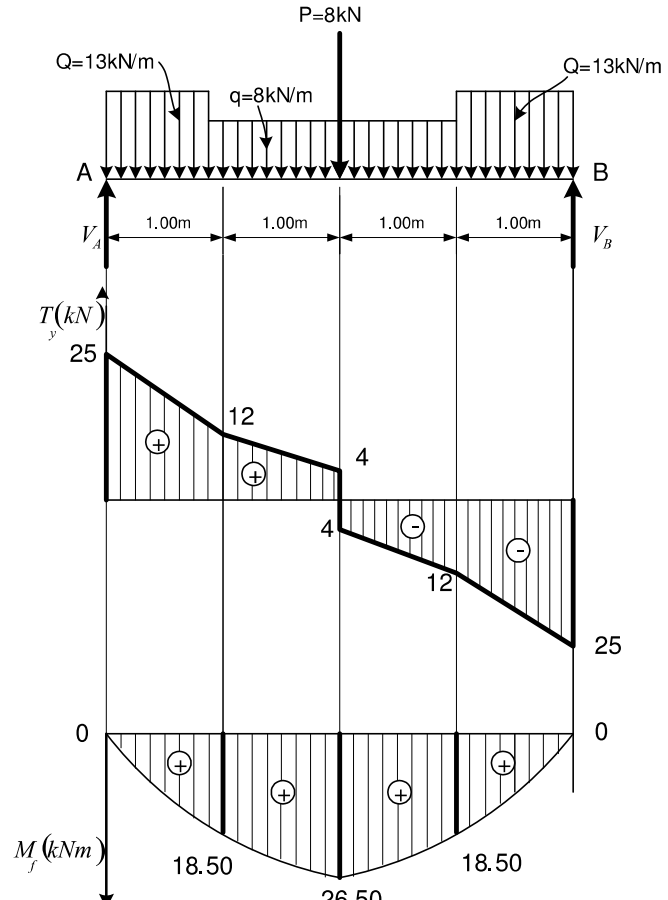
0.5
 $M_f(x) = (-4x^2 + 20x + 2.5) [kN.m]$
 $M_f(x = 1) = 18.5 kN.m$
 $M_f(x = 2) = 26.5 kN.m$

المقطع الثالث: $2.00 \leq x \leq 3.00$ →

0.5
 $T(x) = (-8x + 12) [kN]$
 $T(x = 2) = -4 kN$
 $T(x = 3) = -12 kN$



0.5
 $M_f(x) = (-4x^2 + 12x + 18.5) [kN.m]$
 $M_f(x = 2) = 26.5 kN.m$
 $M_f(x = 3) = 18.5 kN.m$

		- المقطع الرابع: $3.00 \leq x \leq 4.00$ → $T(x) = (-13x + 27)[kN]$ $T(x = 3) = -12kN$ $T(x = 4) = -25kN$ $M_f(x) = (-6.5x^2 + 27x - 4)[kN.m]$ $M_f(x = 3) = 18.5kN.m$ $M_f(x = 4) = 0kN.m$  ملاحظة: يمكن كتابة معادلات المقطع 4-4 كالتالي: ← $1m \geq x \geq 0$ $T(x) = (13x - 25)[kN]; M(x) = (-6.5x^2 + 25x)[kN.m]$ 3- رسم منحنيات الجهد القاطع T_y وعزم الانحناء M_f 
01	0.5	

4- تحديد قيمة البعد a

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \\ \sigma_{\max} = \frac{M_{f\max} \times y_{\max}}{I_{x'x}} \end{array} \right\} \Rightarrow \sigma_{\max} = \frac{M_{f\max} \times y_{\max}}{I_{x'x}} \leq \bar{\sigma}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f\max} \times 10a}{\left(\frac{20336}{12}\right)a^4} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow a \geq \sqrt[3]{\frac{120 \times M_{f\max}}{20336 \times \bar{\sigma}}} = 0.99cm$$

01.50

0.5

$$a = 10mm$$

ومنه نأخذ:

07

البناء: (08 نقاط)

النشاط الأول: (06 نقاط)

1- إيجاد إحداثيات النقطة D

$$\Delta X_{DC} = L_{DC} \times \sin G_{DC} = 25.61 \times \sin 44.44gr = 16.46m$$

$$X_D = X_C - \Delta X_{DC} = 96.82 - 16.46 = 80.36m$$

$$\Delta Y_{DC} = L_{DC} \times \cos G_{DC} = 25.61 \times \cos 44.44gr = 19.62m$$

$$Y_D = Y_C - \Delta Y_{DC} = 75.73 - 19.62 = 56.11m$$

02

0.5

2- حساب مساحة القطعة الأرضية ABCDE

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

$$S_{ABCDE} = \frac{1}{2} [41.87(49.93 - 100.24) + 91.86(90.11 - 75.73) + 96.82(100.24 - 56.11) + 80.36(75.73 - 49.93) + 50.01(56.11 - 90.11)]$$

$$S_{ABCDE} = 1930m^2$$

01

0.25

3- حساب مساحة القطعة الأرضية D'BCD

$$S_{D'BCD} = \frac{1}{2} [L_{D'B} \times L_{D'C} \times \sin(G_{D'C} - G_{D'B}) + L_{D'C} \times L_{D'D} \times \sin(G_{D'D} - G_{D'C})]$$

$$\Delta X_{D'C} = X_C - X_{D'} = 24.56m$$

$$\Delta Y_{D'C} = Y_C - Y_{D'} = -20.54m$$

0.25

$$\tan g = \left| \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right| = 1.19 \Rightarrow g = 55.66gr$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta X \text{ f } 0 \\ \Delta Y \text{ p } 0 \end{array} \right\} \Rightarrow G_{D'C} = 200 - g = 144.34gr$$

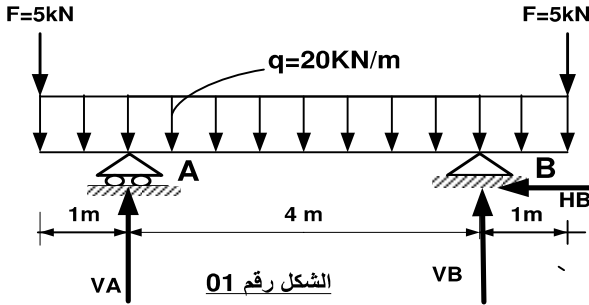
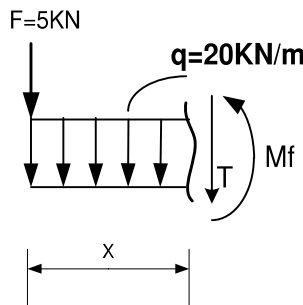
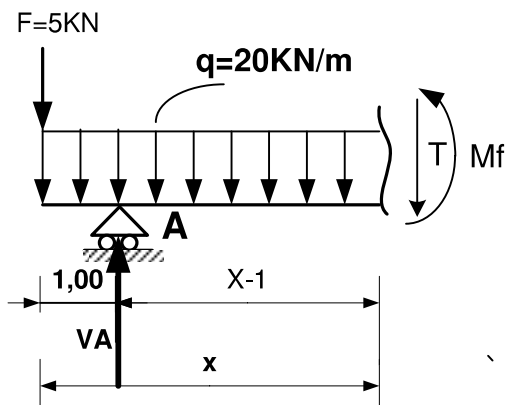
$$L_{D'C} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = 32m$$

$$S_{D'BCD} = \frac{1}{2} [20 \times 32 \times \sin(144.34 - 87.27) + 32 \times 41 \times \sin(187.33 - 144.34)] = 660m$$

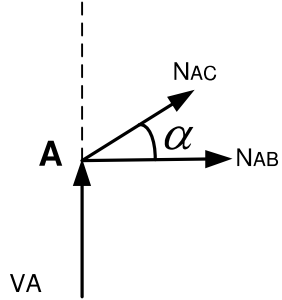
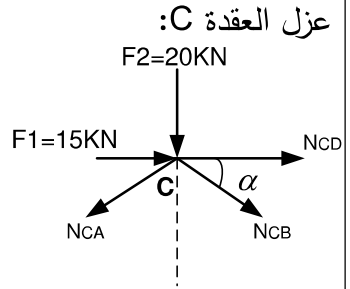
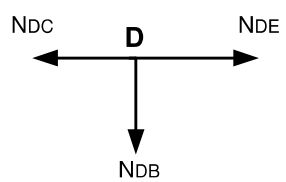
الإجابة النموذجية لموضوع امتحان شهادة البكالوريا دورة: 2018

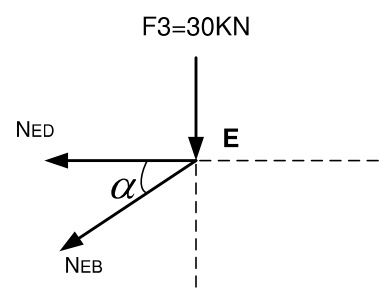
اختبار مادة: تكنولوجيا هندسة مدنية الشعبة: تقني رياضي - هندسة مدنية المدة: 4 سا و 30 د

03	0.25	استنتاج:
06		$S_{AD'DE} = S_{ABCDE} - S_{D'BCD} = 1930 - 660$ $S_{AD'DE} = 1270m^2$
01	0.25x4	النشاط الثاني: (02 نقاط) 1- أنواع الجدران حسب تصنيفها من حيث مادة البناء: جدران من الأجر (الآجور)، جدران من الحجارة، جدران من طوب الاسمنت، جدران من الخرسانة المسلحة... ملاحظة: يكفي أن يذكر المترشح أربعة منها (جميع الإجابات الصحيحة تؤخذ بعين الاعتبار). 2- خصائص المظهر الطولي: • الاستجابة لتوافق تضاريس الميدان الطبيعي. • الاستجابة لضرورة سيلان مياه الأمطار.
01	0.5	
02	0.5	
20		

العلامة		عناصر الإجابة	
مجموع	مجزأة		
0.75	0.25	 الميكانيك المطبقة: النشاط الأول: 1- حساب ردود الأفعال:	
	0.25	$\sum Fx = 0 \Rightarrow H_B = 0$	
	0.25	$\sum Fy = 0 \Rightarrow V_A + V_B = 6q + F + F$	
	0.25	$V_A = V_B = \frac{\sum Fy}{2} = 65 \text{ kN}$ الرافدة متناظرة (من حيث الابعاد والتحميل) 2- كتابة معادلات الجهد القاطع T وعزم الانحناء M_f المقطع 1-1 $0 \leq x \leq 1$  معادلات الجهد القاطع: $T(x) = (-20x - 5) [kN]$ $T(0) = -5 \text{ kN}$ $T(1) = -25 \text{ kN}$ معادلات عزم الانحناء: $M(x) = (-10x^2 - 5x) [kN.m]$ $M(0) = 0$ $M(1) = -15 \text{ kN.m}$	
1.0	0.5	المقطع 2-2 $1 \leq x \leq 5$ 	
	0.5	معادلات الجهد القاطع: $T(x) = (-20x + 60) [kN]$ $T(1) = 40 \text{ kN}$ $T(5) = -40 \text{ kN}$	
	0.25	$T(x) = 0 \Rightarrow -20x + 60 = 0$ $x = 3 \text{ m}$	

1.5	0.5	معادلات عزم الانحناء: $M(x) = (-10x^2 + 60x - 65) [kN.m]$ $M(1) = -15 kN.m$ $M(5) = -15 kN.m$ $M_{max} = m(3) = 25 kN.m$
1.5	0.25	المقطع 3-3 من اليمين $1 \geq x \geq 0$ ←
1.0	0.5	معادلات الجهد القاطع: $T(x) = (20x + 5) [kN]$ $T(0) = 5 kN$ $T(1) = 25 kN$
1.0	0.5	معادلات عزم الانحناء: $M(x) = (-10x^2 - 5x) [kN.m]$ $M(0) = 0$ $M(1) = -15 kN.m$
1.0	0.5	ملاحظة : يمكن كتابة معادلات المقطع 3-3 ← كالتالي: من اليمين $5 \leq x \leq 6$ $T(x) = 20(6-x) + 5$ $T(5) = 25 kN ; T(6) = 5 kN$ $M(x) = -10(6-x)^2 - 5(6-x)$ $M(5) = -15 kN.m ; M(6) = 0$
0.75	0.25	رسم منحنيات الجهد القاطع وعزم الانحناء: 3- حساب الإجهاد النّائمي الأعظمي والإجهاد المماسي الأعظمي: $\sigma_{max} = \frac{Mf_{max}}{W_{xx}} \Rightarrow \sigma_{max} = \frac{6Mf_{max}}{bh^2}$ $\sigma_{max} = 83.33 daN / cm^2$ $\tau_{max} = \frac{3T_{max}}{2S}$ $\Rightarrow \tau_{max} = 10 daN / cm^2$

		النشاط الثاني:	
0.25	0.25	1- التأكد أن النظام محدد سكونيا: $2n - b = 2(5) - 7 = 3$ النظام محدد سكونيا	
	0.25	2- حساب ردود الأفعال:	
0.75	0.25	$\sum F_x = 0 \Rightarrow H_B = -15KN$ $\sum M_A = 0 \Rightarrow 6V_B = 9F_3 + 3F_2 + 2F_1$ $V_B = 60KN$ $\sum M_B = 0 \Rightarrow 6V_A = -2F_1 + 3F_2 - 3F_3$ $V_A = -10KN$	
	0.25	3- حساب الجهود الداخلية للقضبان باستعمال الطريقة التحليلية: عزل العقدة A:	
1.0	0.5	$\sum F_y = 0 \Rightarrow V_A + N_{AC} \sin \alpha = 0$ $N_{AC} = 18.05KN$	
	0.5	$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{AB} + N_{AC} \cos \alpha = 0$ $N_{AB} = -15.01KN$	
1.0	0.5	$\sum F_y = 0 \Rightarrow -F_2 - N_{CB} \sin \alpha - N_{CA} \sin \alpha = 0$ $N_{CB} = -54.15KN$ $\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{CD} + F_1 + N_{CB} \cos \alpha - N_{CA} \cos \alpha = 0$ $N_{CD} = 45.05KN$	
	0.5	عزل العقدة D:	
1.0	0.5	$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{DB} = 0$ $\sum F_x = 0 \Rightarrow -N_{DC} + N_{DE} = 0$ $N_{DC} = N_{DE} = 45.05KN$	
	0.5	عزل العقدة E:	

0.5	0.5	$\sum Fy = 0 \Rightarrow -F3 - N_{EB} \sin \alpha = 0$ $N_{EB} = -54.15KN$		تدوين النتائج في جدول:																								
0.75	0.75		<table><tr><th>القضيب</th><th>شدته (KN)</th><th>طبيعته</th></tr><tr><td>AB</td><td>15.01</td><td>انضغاط</td></tr><tr><td>AC</td><td>18.05</td><td>شد</td></tr><tr><td>CD</td><td>45.05</td><td>شد</td></tr><tr><td>CB</td><td>54.15</td><td>انضغاط</td></tr><tr><td>DE</td><td>45.05</td><td>شد</td></tr><tr><td>DB</td><td>0</td><td>تركيبي</td></tr><tr><td>EB</td><td>54.15</td><td>انضغاط</td></tr></table>	القضيب	شدته (KN)	طبيعته	AB	15.01	انضغاط	AC	18.05	شد	CD	45.05	شد	CB	54.15	انضغاط	DE	45.05	شد	DB	0	تركيبي	EB	54.15	انضغاط	
القضيب	شدته (KN)	طبيعته																										
AB	15.01	انضغاط																										
AC	18.05	شد																										
CD	45.05	شد																										
CB	54.15	انضغاط																										
DE	45.05	شد																										
DB	0	تركيبي																										
EB	54.15	انضغاط																										
	0.25																											
0.75	0.5	$\sigma_{\max} \leq \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{N_{BC}}{S} \leq \bar{\sigma}$ $S \geq 3.38cm^2$																										
06.00				<u>البناء:</u> <u>النشاط الأول:</u> 1-حساب السميت الإحداثي G_{AC} : الاتجاه AC يقع في الربع الثاني استنتاج الزاوية α 2-حساب الطول AC:																								
	0.25	$\Delta X_{AC} = 600 > 0$																										
	0.25	$\Delta Y_{AC} = -300 < 0$																										
	0.5	$tg(g) = \left \frac{600}{-300} \right = 2 \Rightarrow g = 70.48gr$																										
	0.5	$G_{AC} = 200 - g = 129.52gr$																										
2.0	0.5	$\alpha = G_{AC} - G_{AB} = 29.52gr$																										
	0.5	$L_{AC} = \sqrt{(600)^2 + (-300)^2}$ $L_{AC} = 670.82m$																										

3- حساب المساحة S_1 :

$$S_1 = \frac{1}{2} L_{AB} \times L_{AC} \sin \alpha$$

$$S_1 = 75007.67 m^2$$

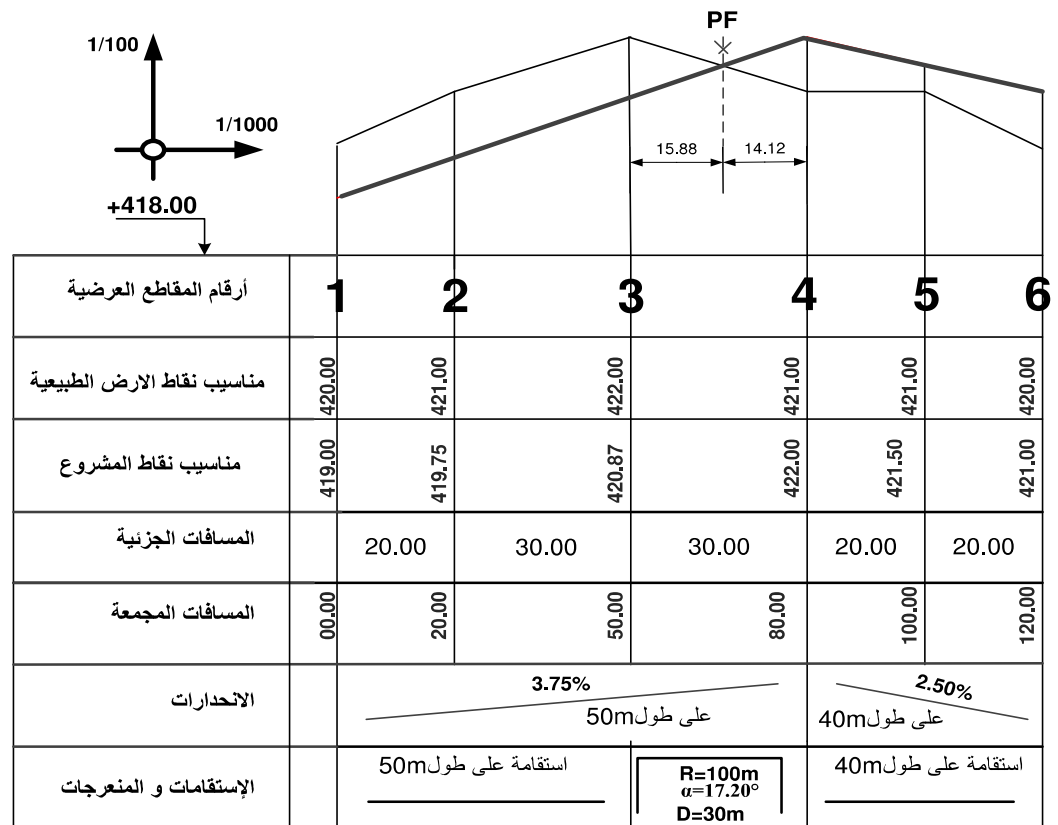
4- هل المساحة S_2 كافية؟

$$S_2 = S - S_1$$

$$S_2 = 59992.33 m^2$$

بما أن $S_2 = 59992.33 m^2$ f $50000 m^2$ فإن المساحة كافية لإنجاز الورشة الصناعية.

النشاط الثاني:



الشكل رقم 04

$$X1 = \frac{m.L}{m+n} = 15.88m$$

$$X2 = \frac{n.L}{n+m} = 14.12m$$

حساب المظهر الوهمي:

