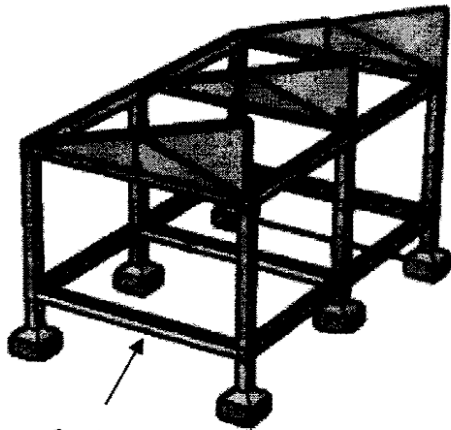


على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين
الموضوع الأول

مقدمة

في إطار تهيئة منطقة نشاط صناعي قررت المصالح المعنية إنجاز مجمع صناعي يتشكل من مستودع مختلط سقفه معدني (شكل -1-).
تتمحور الدراسة حول :

الشكل -1-



كمره

- حساب مساحة أرضية المجمع.
- دراسة حول الطريق المؤدي إلى المجمع.
- دراسة كمره معرضة للشد.
- دراسة جملة مثنيه للسقف.

I - البناء

1 - التمرين الأول : (02,5 نقطة)

أرض المشروع معرفة بإحداثياتها القائمة التالية :

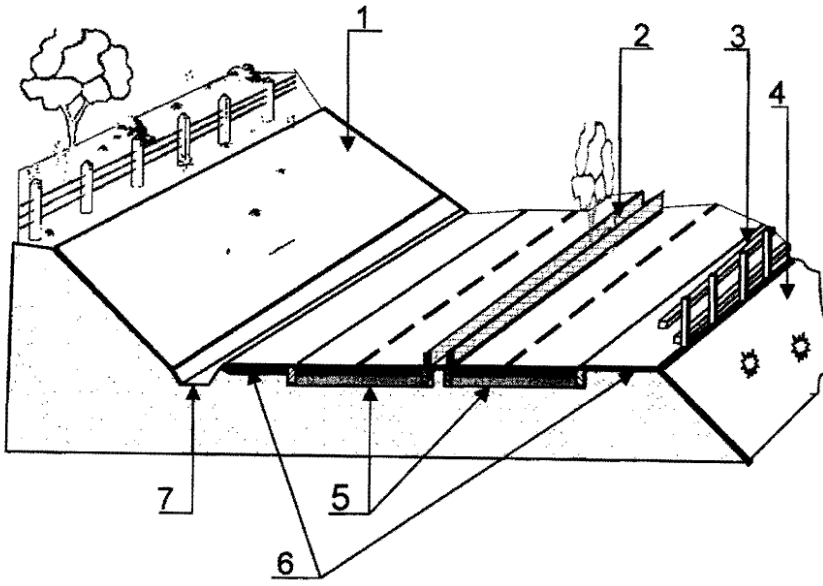
$$\begin{matrix} C \begin{cases} X_C=20m \\ Y_C=30m \end{cases} & B \begin{cases} X_B=50m \\ Y_B=20m \end{cases} & A \begin{cases} X_A=70m \\ Y_A=80m \end{cases} \end{matrix}$$

- احسب مساحة قطعة الأرض (ABC).

2 - التمرين الثاني : (05,5 نقطة)

- يمثل الشكل -2- منظور لطريق .
- سمي العناصر : 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6 ، 7 .
- أذكر دور المنحدر في الطريق .
- عرف كل من :
 - * صحن الطريق .
 - * الحاشية (الجوانب)

الشكل (2)



II - الميكانيك التطبيقية :

التمرين الأول : (05 نقاط)

- الكمرة المعنية بالدراسة مقطوعها مربع الشكل $(25 \times 25) \text{ cm}^2$ معرضة لقوة شد بسيط.

المعطيات :

$$N_U = 0,21 \text{ MN} , \quad N_{ser} = 0,16 \text{ MN}$$

الفولاذ من نوع HAFe E 400 ، حيث $f_e = 400 \text{ MPa}$

$$\eta = 1,6 , \quad \gamma_s = 1,15$$

مقاومة الخرسانة للانضغاط : $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

حالة التشققات ضارة

تعطى العلاقات التالية:

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28}$$

$$\overline{\sigma_s} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; 110 \sqrt{\eta \times f_{t28}} \right\}$$

$$A_u \geq \frac{N_U}{\frac{f_e}{\gamma_s}} ; \quad A_{ser} \geq \frac{N_{ser}}{\sigma_s}$$

$$A_s \times f_e \geq B \times f_{t28}$$

العمل المطلوب :

- 1 - أحسب مقطع التسليح الطولي لهذه الكمرة .
- 2 - تحقق من عدم هشاشة الخرسانة.

جدول التسليح

| المقطع ب (cm ²) لعدد من القضبان يتراوح من : | | | | | | | | | | القطر |
|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | mm |
| 5.02 | 4.52 | 4.01 | 3.51 | 3.01 | 2.51 | 2.01 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 8 |
| 7.85 | 7.06 | 6.28 | 5.49 | 4.71 | 3.92 | 3.14 | 2.35 | 1.57 | 0.78 | 10 |
| 11.31 | 10.18 | 9.05 | 7.92 | 6.78 | 5.65 | 4.52 | 3.39 | 2.26 | 1.13 | 12 |
| 15.39 | 13.85 | 12.31 | 10.77 | 9.23 | 7.69 | 6.15 | 4.62 | 3.08 | 1.54 | 14 |
| 20.10 | 18.09 | 16.08 | 14.07 | 12.06 | 10.05 | 8.04 | 6.03 | 4.02 | 2.01 | 16 |
| 31.41 | 28.27 | 25.13 | 21.99 | 18.84 | 15.70 | 12.56 | 9.42 | 6.28 | 3.14 | 20 |
| 49.09 | 44.18 | 39.27 | 34.36 | 29.45 | 24.54 | 19.63 | 14.73 | 9.82 | 4.91 | 25 |
| 80.42 | 72.38 | 64.34 | 56.26 | 48.25 | 40.21 | 32.17 | 24.12 | 16.08 | 8.04 | 32 |
| 125.65 | 113.09 | 100.53 | 87.96 | 75.39 | 62.83 | 50.26 | 37.70 | 25.13 | 12.56 | 40 |

التمرين الثاني: (07 نقاط)

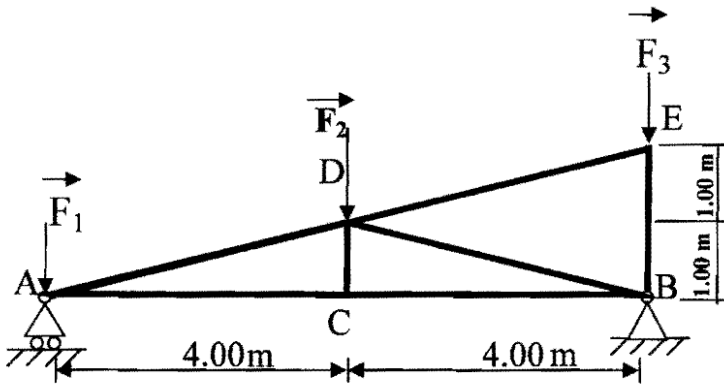
يمثل الشكل -3- أحد الأنظمة المثلية للسقف
نعتبر :

- المسند A بسيط.

- المسند B مزدوج (مضاعف) .

$$F_1 = F_3 = 16 \text{ kN}$$

$$F_2 = 32 \text{ kN}$$



الشكل -3-

العمل المطلوب :

- 1 - تأكد من أن النظام محدد سكونيا.
- 2 - أحسب ردود الأفعال في المسندين (A) و (B).
- 3 - حدد الجهود الداخلية و طبيعتها في القضبان EB-ED-AD-AC ثم لخص نتائج الحساب وفق الجدول التالي :

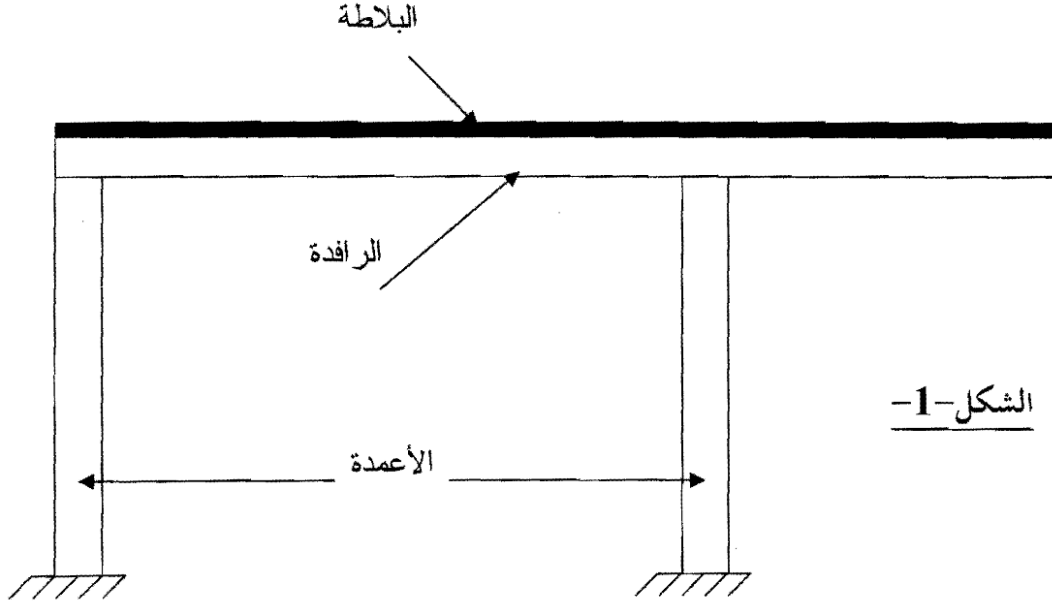
| الضغط | الجهد (KN) | الطبيعة |
|-------|--------------|---------|
| AC | | |
| AD | | |
| ED | | |
| EB | | |

- 4 - استخراج المجنب المناسب من الجدول للقضيب (AD) علما أنه متأثر بجهد ناظمي قدره : 66kN .
- يعطى الإجهاد المسموح به للفلواز $\bar{\sigma}_a = 1600 daN / cm^2$

| المجانب | المساحة (cm ²) |
|---------|----------------------------|
| 3×30×30 | 3.48 |
| 4×40×40 | 6.16 |
| 5×50×50 | 9.60 |
| 6×60×60 | 13.82 |

الموضوع الثاني

يمثل الشكل (1) محطة انتظار الحافلات منجزة من الخرسانة المسلحة.



المسألة الأولى: (06 نقاط)

نقترح دراسة أحد الأعمدة من الخرسانة المسلحة معرض لقوة انضغاط ناظرية مركزية على مقطع العمود.

المعطيات:

$$\begin{aligned} N_u &= 0.50 \text{ MN} \\ (20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}) \\ L_f &= 280 \text{ cm} \\ f_{c28} &= 30 \text{ MPa} ; \gamma_b = 1.5 \\ f_{e} &= 400 \text{ MPa} ; \gamma_s = 1.15 \\ c &= 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

- الجهد الناظمي في حالة الحد النهائي:
- مقطع العمود:
- طول الانبعاج:
- مقاومة الخرسانة:
- التسليح من الفولاذ HA :
- نصف الحمولة مطبقة قبل 90 يوم.
- سمك التغليف :

العمل المطلوب:

- 1- أحسب التسليح الطولي.
- 2- أحسب التسليح العرضي وتباعده
- 3- أقترح رسما للتسليح.

علاقات ضرورية للحساب :

$$\lambda > 50 \Rightarrow \alpha = 0.6 \left(\frac{50}{\lambda} \right)^2 ; \quad \lambda \leq 50 \Rightarrow \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2}$$

$$B_r = (a - 2) \times (b - 2) ; \quad A_{th} = \left(\frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0.9 \gamma_b} \right) \frac{\gamma_s}{f_e}$$

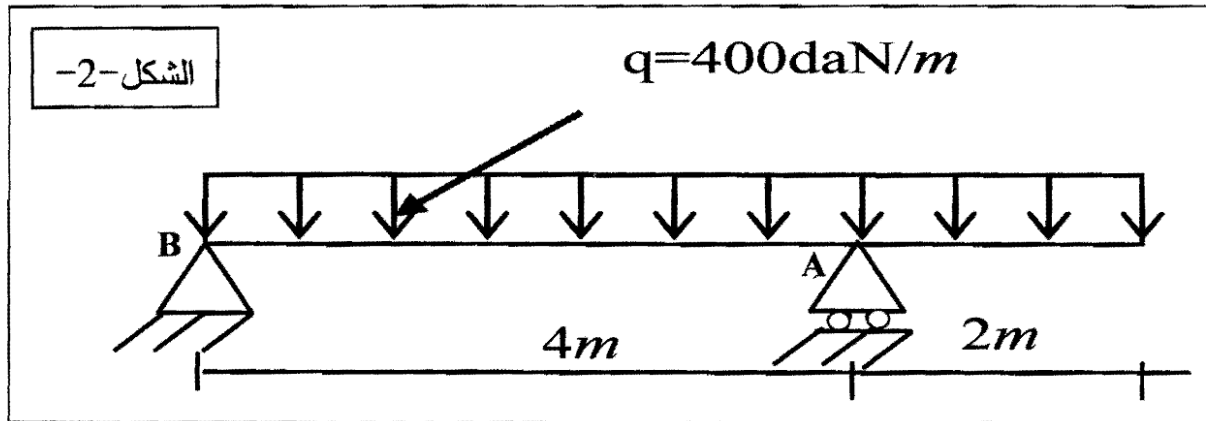
$$\Phi_t \geq \Phi_L / 3 , \quad A_{lim} = \max \{ A(4u) ; A(0.2\% B) \}$$

جدول التسليح

| القضبان عـ دد | | | | | | | | | | الأقطار (mm) |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----------------|
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 5.03 | 4.52 | 4.02 | 3.52 | 3.02 | 2.51 | 2.01 | 1.51 | 1.01 | 0.50 | 8 |
| 7.85 | 7.07 | 6.28 | 5.50 | 4.71 | 3.93 | 3.14 | 2.36 | 1.57 | 0.79 | 10 |
| 11.31 | 10.18 | 9.05 | 7.92 | 6.79 | 5.65 | 4.52 | 3.39 | 2.26 | 1.13 | 12 |
| 15.39 | 13.85 | 12.32 | 10.78 | 9.24 | 7.70 | 6.16 | 4.62 | 3.08 | 1.54 | 14 |
| 20.11 | 18.10 | 16.08 | 14.07 | 12.06 | 10.05 | 8.04 | 6.03 | 4.02 | 2.01 | 16 |
| 31.42 | 28.27 | 25.13 | 21.99 | 18.85 | 15.71 | 12.57 | 9.42 | 6.28 | 3.14 | 20 |
| 49.09 | 44.18 | 39.27 | 34.36 | 29.45 | 24.54 | 19.63 | 14.73 | 9.82 | 4.91 | 25 |

المسألة الثانية: (06.00 نقاط)

ترتكز الصقالة الحديدية على رافده طولها 6 m و التي بدورها ترتكز على مسندين (مزدوج: B) و (بسيط: A) و تتلقى ثقل موزع بانتظام ($q=400 \text{ daN/m}$) كما هو موضح في الشكل -2-:

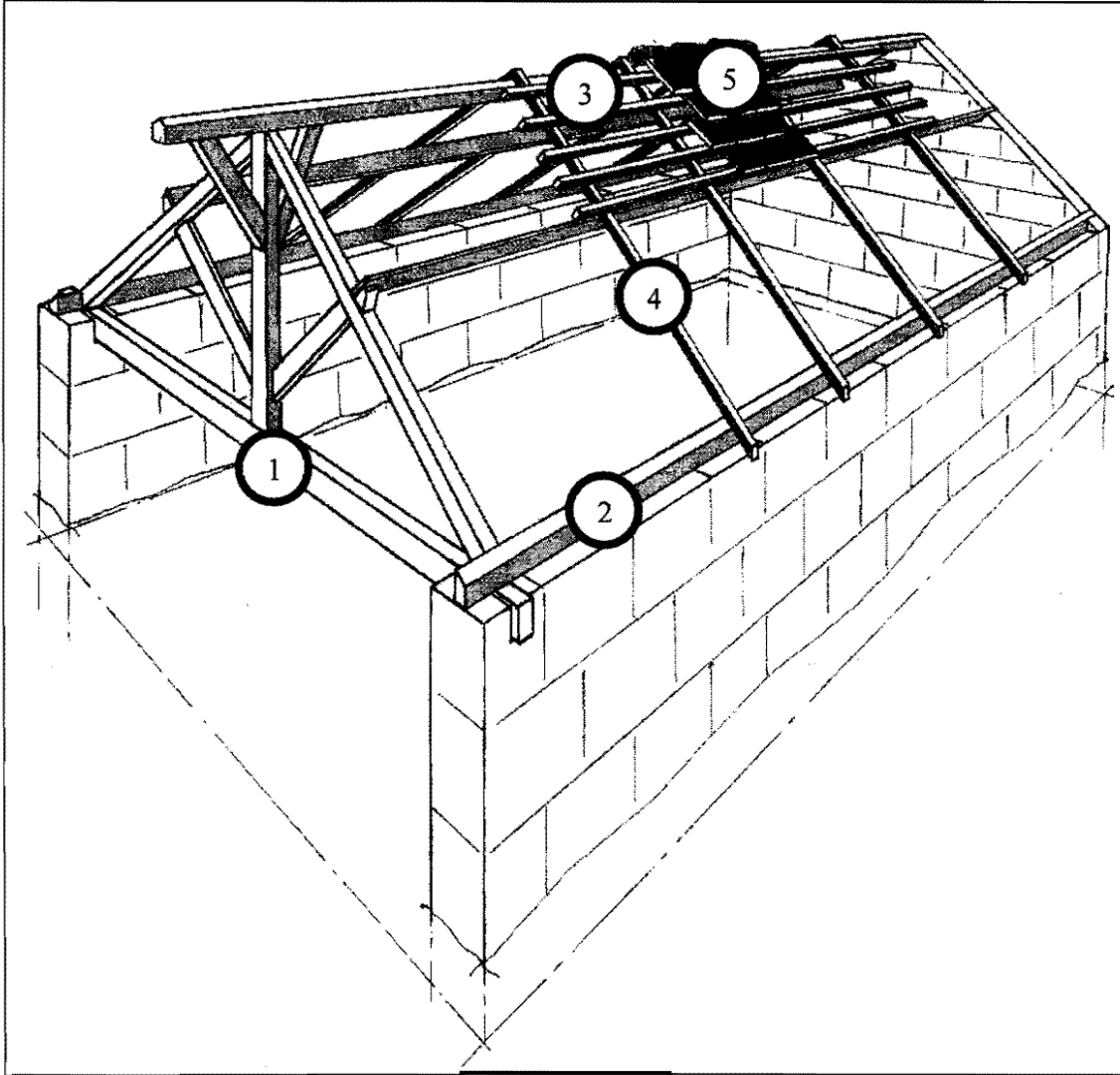


المطلوب:

- 1- أحسب ردود الأفعال عند المسندين A ، B .
- 2- أكتب معادلات الجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (M_f) .
- 3- أرسم منحنيات الجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (M_f) مع حساب (M_{fmax}) .

المسألة الثالثة: (04.00 نقاط)

ليكن الشكل التالي (الشكل-3-):



الشكل-3-

1- ماذا يمثل الشكل -3-.

2- سم العناصر المرقمة في الشكل-3-.

المسألة الرابعة: (04 نقاط)

بعد مراقبة أفقية رافدة طولها D_{AB} (الشكل -4-), تبين أنها مائلة بقيمة C . إذا كانت القراءة على الدائرة العمودية عند النقطة A هي V_A

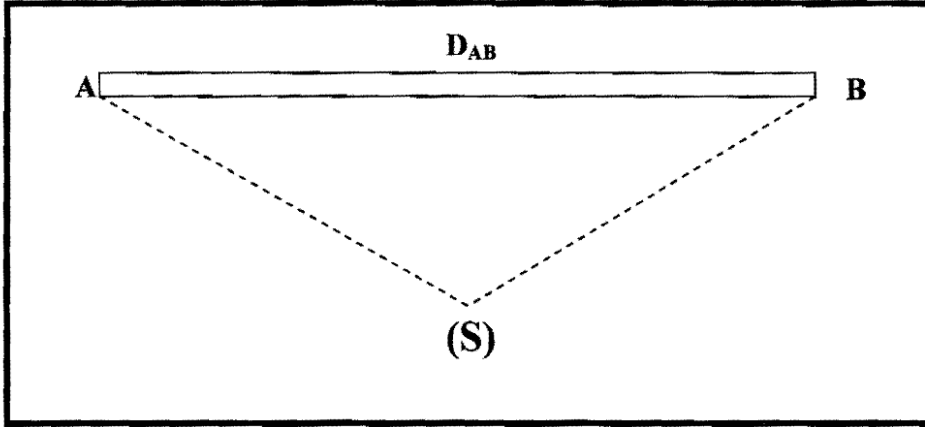
أوجد قيمة القراءة على الدائرة العمودية V_B عند النقطة B .

المعطيات:

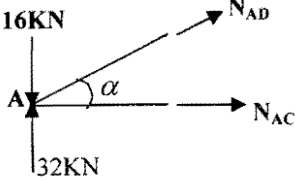
$D_{AB}=5.00\text{m}$ -

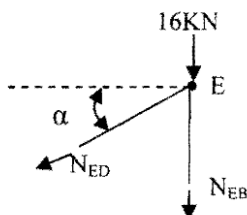
$C=4\text{mm}$ -

$V_A=60\text{gr}$ -



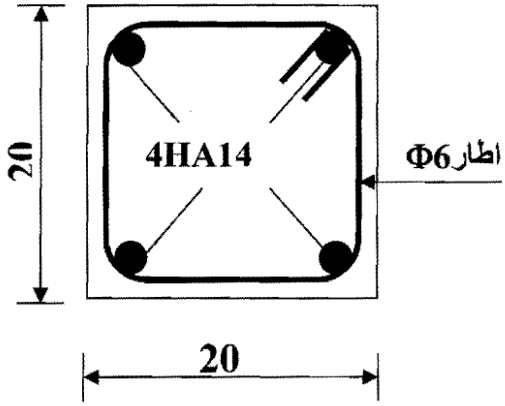
الشكل -4-

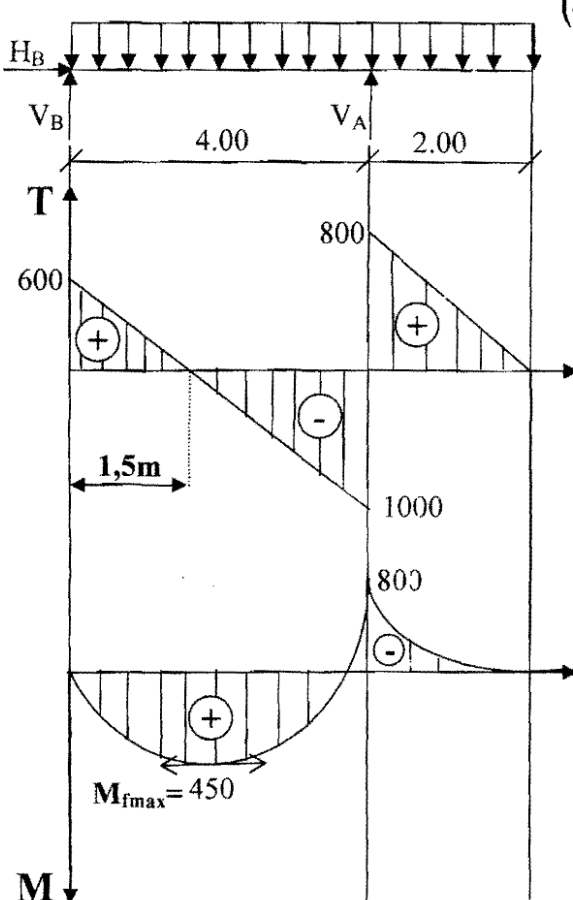
| العلامة | | عناصر الإجابة | محاو الموضوع |
|---------|-------|--|-----------------|
| المجموع | مجزأة | | |
| 05 | 0,50 | <p>2 - التحقق من عدم هشاشة الخرسانة :</p> $A f_e \geq B f_{t28}$ $A \geq \frac{B f_{t28}}{f_e} = \frac{(25 \times 25) \cdot 2,1}{400} = 3,28 \text{ cm}^2$ <p>إذن : $A = 8,04 > 3,28$ إذن الشرط محقق</p> <p>الإجابة المحتملة الثانية</p> $A f_e \geq B f_{t28}$ $A_s f_e = 8,04 \times 10^{-4} \cdot 400 = 0,3216 \text{ MN}$ $B f_{t28} = 0,25 \times 0,25 \cdot 2,1 = 0,1315 \text{ MN}$ <p>إذن $0,3216 > 0,1315 \Leftrightarrow A_s f_e > B f_{t28}$</p> <p>إذن شرط الهشاشة محقق</p> | |
| | 0,50 | <p>2- التمرين الثاني :</p> <p>1 - التأكد من أن النظام محدد سكونيا :</p> $b = 2n - 3$ $7 = 2 \times 5 - 3 \Rightarrow 7 = 7$ <p>إذن الشرط محقق :</p> | |
| | 01 | <p>- حساب ردود الأفعال :</p> $\Sigma M / A = 0 \Rightarrow 32 \times 4 + 16 \times 8 - V_B \times 8 = 0$ $V_A = 32 \text{ KN}$ $V_B = 32 \text{ KN}$ | |
| | 01 | <p>دراسة العقدة (A)</p>  | |
| | 0,50 | <p>حساب الوتر :</p> $AD = \sqrt{4^2 + 1^2} = 4,12 \text{ m}$ $\sin \alpha = \frac{1}{4,12} = 0,243$ $\cos \alpha = \frac{4}{4,12} = 0,971$ $\Sigma F_{y=} = 0 \Leftrightarrow -16 + 32 + N_{AD} \times \sin \alpha = 0$ $N_{AD} = \frac{-16}{0,243}$ $N_{AD} = -65,84 \text{ KN}$ | |

| العلامة | | عناصر الإجابة | محاور الموضوع | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--|---|---------------|------------|---------|----|-------|----|----|-------|--------|----|---|---|----|----|--------|
| المجموع | مجزأة | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | <p><u>القضيب في حالة انضغاط .</u></p> $\Sigma F_X = 0 \Leftrightarrow N_{AC} + N_{AD} \times \cos \alpha = 0$ $N_{AC} = N_{AD} \times \cos \alpha$ $N_{AC} = 63,93 \text{ KN}$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,50 | <p><u>دراسة العقدة (E)</u></p> $\Sigma F_X = 0 \Rightarrow -N_{ED} \cos \alpha = 0$ $N_{ED} = 0$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | $\Sigma f_{iY} = 0 \Rightarrow N_{EB} + 16 + N_{ED} \cdot \sin(\alpha) = 0$ $N_{EB} = -16 \text{ KN}$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,50 | <p><u>القضيب في حالة الانضغاط .</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>القضيب</th> <th>الجهد (KN)</th> <th>الطبيعة</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AC</td> <td>63,93</td> <td>شد</td> </tr> <tr> <td>AD</td> <td>65,84</td> <td>انضغاط</td> </tr> <tr> <td>ED</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>EB</td> <td>16</td> <td>انضغاط</td> </tr> </tbody> </table> | القضيب | الجهد (KN) | الطبيعة | AC | 63,93 | شد | AD | 65,84 | انضغاط | ED | 0 | - | EB | 16 | انضغاط |
| القضيب | الجهد (KN) | الطبيعة | | | | | | | | | | | | | | | |
| AC | 63,93 | شد | | | | | | | | | | | | | | | |
| AD | 65,84 | انضغاط | | | | | | | | | | | | | | | |
| ED | 0 | - | | | | | | | | | | | | | | | |
| EB | 16 | انضغاط | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | <p>- حساب مقطع المجنب :</p> $\overline{\sigma_a} \geq \sigma \Rightarrow \overline{\sigma_a} \geq \frac{N_{AD}}{S}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | $S \geq \frac{N_{AD}}{\sigma_a} \quad ; \quad S \geq \frac{66}{1600} \times 10^2 \quad ; \quad S \geq 4,12 \text{ cm}^2$ <p>من الجدول المجنب المناسب : 4×40×40</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |

اختبار في مادة: التكنولوجيا هندسة مدنية الشعبة : تقني رياضي

| العلامة | | عناصر الإجابة الموضوع الثاني | محاور الموضوع |
|---------|-------|--|---------------|
| مجموع | مجزأة | | |
| | | I- حساب التسليح الطولي: (06 نقاط) | |
| | 0.75 | 1- حساب النخافة: $\lambda = \frac{l_f}{i} = \frac{280.2\sqrt{3}}{20} = 48.50 < 50$ | |
| | 0.75 | 2- حساب المعامل α : $\lambda < 50 \Rightarrow \beta = 1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2 = 1 + 0.2 \left(\frac{48.50}{35} \right)^2 = 1.38$ $\alpha = \frac{0.85}{\beta} = \frac{0.85}{1.38} = 0.62$ | |
| | 0.5 | التحميل قبل 90 يوما: $\alpha = \frac{0.62}{1.10} = 0.56$ 3- حساب المقطع المصغر للخرسانة: $B_r = (20-2)(20-2) = 324 \text{ cm}^2$ | I |
| | 01 | 4- حساب المقطع النظري: $A_{th} = \left(\frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r f_{c28}}{0.9 \gamma_b} \right) \frac{\gamma_s}{f_e}$ $A_{th} = \left(\frac{0.5 \times 10^5}{0.56} - \frac{(20-2)(20-2)30 \times 10}{0.9 \times 1.5} \right) \frac{1.15}{400 \times 10}$ $= 4.96 \text{ cm}^2$ 5- حساب التسليح الأدنى: $A_{min} = \max \{ A(4u) ; A(0.2\%B) \}$ $u = 2(0.2+0.2) = 0.80 \text{ m}$ | |

| العلامة | | محاور الموضوع | عنصر الإجابة الموضوع الثاني |
|---------|-------|---------------|---|
| مجموع | مجزأة | | |
| | 0.75 | | $A (4u) = 4 \times 0.8 = 3.20 \text{ cm}^2$ $A (0.2\%B) = (0.2 \times 20 \times 20) / 100 = 0.80 \text{ cm}^2$ $A_{\min} = \max \{ 3.2 \text{ cm}^2 ; 0.8 \text{ cm}^2 \} = 3.2 \text{ cm}^2$ <p>6- التسليح المصوب :</p> $A_{s \text{ cal}} = \text{Sup} \{ A_{\min} ; A_{\min} \}$ $A_{s \text{ cal}} = \text{Sup} \{ 4.94 \text{ cm}^2 ; 3.2 \text{ cm}^2 \}$ $= 4.94 \text{ cm}^2$ <p>II- اقتراح رسما للتسليح :</p> $A = 4.94 \text{ cm}^2$ <p>نختار : $A = 6.16 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4\text{HA}14$</p> |
| | 0.75 | | |
| | 0.5 | |  <p>20</p> <p>20</p> <p>4HA14</p> <p>اطار Φ6</p> |
| | 0.5 | | <p>- التسليح العرضي :</p> <p>* القطر : $\Phi_t \geq \Phi_L / 3 = 14 / 3 = 4,66 \text{ mm}$</p> <p>نأخذ $\Phi_t = 6 \text{ mm}$</p> <p>* التباعد : $S_t = \min \{ 15 \times \Phi_{L \min} ; 40 \text{ cm} ; (a + 10 \text{ cm}) \}$</p> <p>$S_t = \min \{ 15 \times 1.4 ; 40 \text{ cm} ; (20 + 10 \text{ cm}) \}$</p> <p>$S_t = \min \{ 21 \text{ cm} ; 40 \text{ cm} ; (30 \text{ cm}) \} \Rightarrow S_t = 21 \text{ cm}$</p> |
| 06 | 0.5 | | |

| العلامة | | عناصر الإجابة الموضوع الثاني | محاور الموضوع |
|---------|-------|--|------------------|
| مجموع | مجزأة | | |
| | | المسألة الثانية: (06.00 نقاط) | |
| | | 1- ردود الأفعال: | |
| 0.5 | | $H_B=0$ | |
| 0.5 | | $V_A = \frac{q \cdot 6 \cdot 3}{4} = 1800 \text{ daN}$ | |
| | | $V_B = \frac{q \cdot 6 \cdot 1}{4} = 600 \text{ daN}$ | |
| | | 2 - المعادلات: | |
| | | $0 \leq x \leq 4:$ | |
| | | $T = V_B - q \cdot x$ | |
| | | $M = V_B \cdot x - q \frac{x^2}{2}$ | |
| | | $X=0 \Rightarrow T = 600 \text{ daN}$ | |
| | | $M = 0$ | |
| | | $X=4 \Rightarrow T = -1000 \text{ daN}$ | |
| | | $M = -800 \text{ daN.m}$ | |
| | | $4 \leq x \leq 6:$ | |
| | | $T = V_B - q \cdot x + V_A$ | |
| | | $M = V_B \cdot x - q \frac{x^2}{2} + V_A (x - 4)$ | |
| | | $X=4 \Rightarrow T = 800 \text{ daN}$ | |
| | | $M = -800 \text{ daN.m}$ | |
| | | $X=6 \Rightarrow T = 0$ | |
| | | $M = 0$ | |
| الرسم | 0.5×4 |  | |

| العلامة | | عناصر الإجابة: الموضوع الثاني | محاور الموضوع |
|---------|-------|---|------------------|
| مجموع | مجزأة | | |
| | | 3 - حساب M_{\max} : | |
| | 0.5 | $V_B - q \cdot x = 0 \Rightarrow x = V_B / q = 600/400 = 1.50m$ | |
| | 0.5 | $M_{\max} = 600 \times 1.50 - 400 \times 1.5^2 / 2 = 450 \text{ daNm}$ | |
| 06.0 | | المسألة الثالثة: (04.00 نقاط) | |
| | 1.50 | 1- يمثل الشكل الغماء | |
| | 0.5×5 | 2- تسمية العناصر: 1- الهيكل الثلاثي | |
| | | 2- حاملة الروافد | |
| | | 3- الشرائح | |
| | | 4- دعائم السقف | |
| | | 5- القرميد | |
| 04.0 | | المسألة الرابعة: (04 نقاط) | |
| | 01 | $\text{tg}(\Delta V) = C / D_{AB} = 4 / 5000 = 8.10^{-4}$ | |
| | 1.5 | $\text{tg}(\Delta V) = 8.10^{-4} \Rightarrow \Delta V = \text{tg}^{-1}(8.10^{-4}) = 0.051 \text{ gr}$ | |
| | 1.5 | $\Delta V = V_E - V_A = 0.051 \Rightarrow V_B = \Delta V + V_A$ | |
| 04 | | $V_B = 0.051 + 60 = 60.051 \text{ gr}$ | |