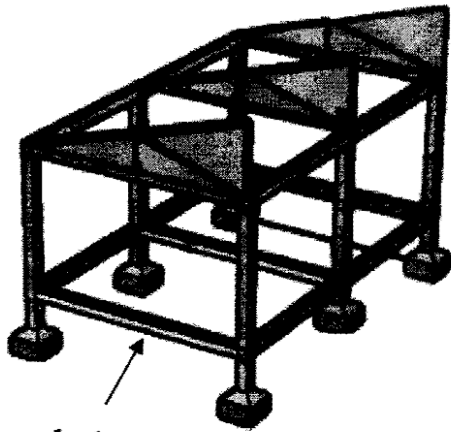


على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين  
الموضوع الأول

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 مثليه للسقف.

I - البناء

1 - التمرين الأول : (02,5 نقطة)

أرض المشروع معرفة بإحداثياتها القائمة التالية :

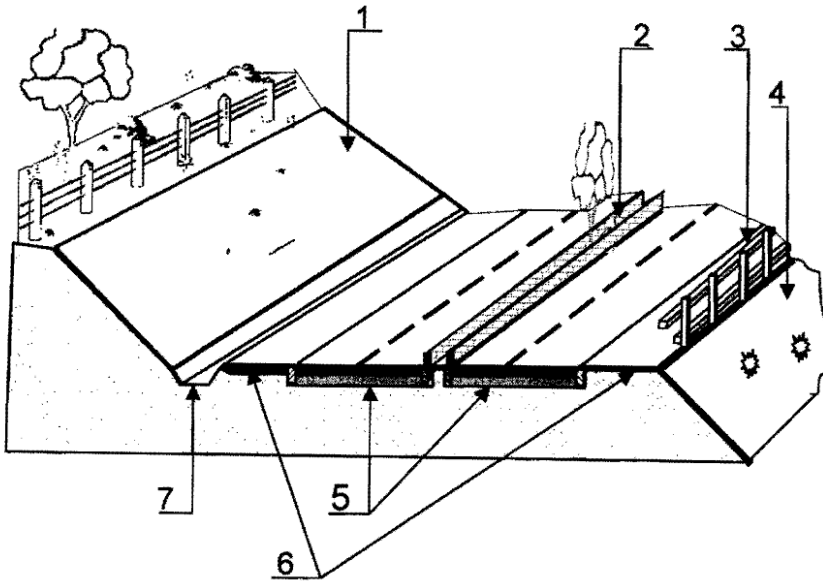
$$C \begin{cases} X_C = 20m \\ Y_C = 30m \end{cases} \quad B \begin{cases} X_B = 50m \\ Y_B = 20m \end{cases} \quad A \begin{cases} X_A = 70m \\ Y_A = 80m \end{cases}$$

- 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:

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

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

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

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

#### العمل المطلوب :

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

### جدول التسليم

| المقطع ب (cm <sup>2</sup> ) 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 )**

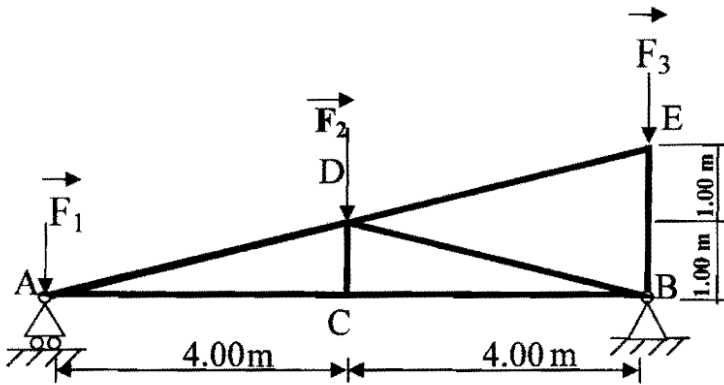
يمثل الشكل -3- أحد الأنظمة المثبتة للسقف  
نعتبر :

- 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 سكنونيا.
- 2 - أحسب رمود 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 :

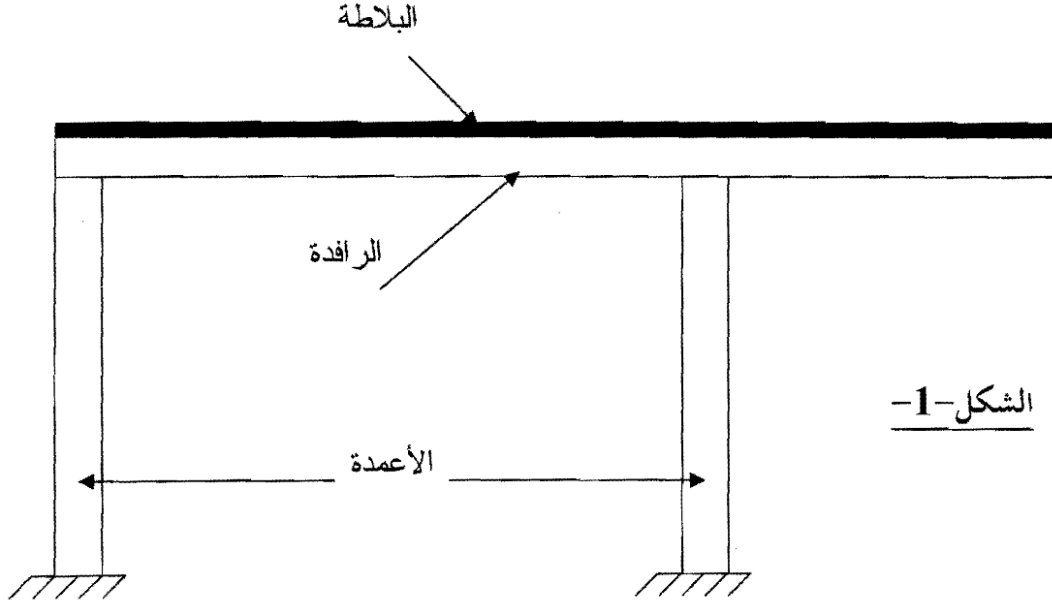
| القضبان | الجهد ( KN ) | الطبيعة |
|---------|--------------|---------|
| AC      |              |         |
| AD      |              |         |
| ED      |              |         |
| EB      |              |         |

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

| المجنّب  | المساحة (cm <sup>2</sup> ) |
|---|----------------------------|
| 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 :

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

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

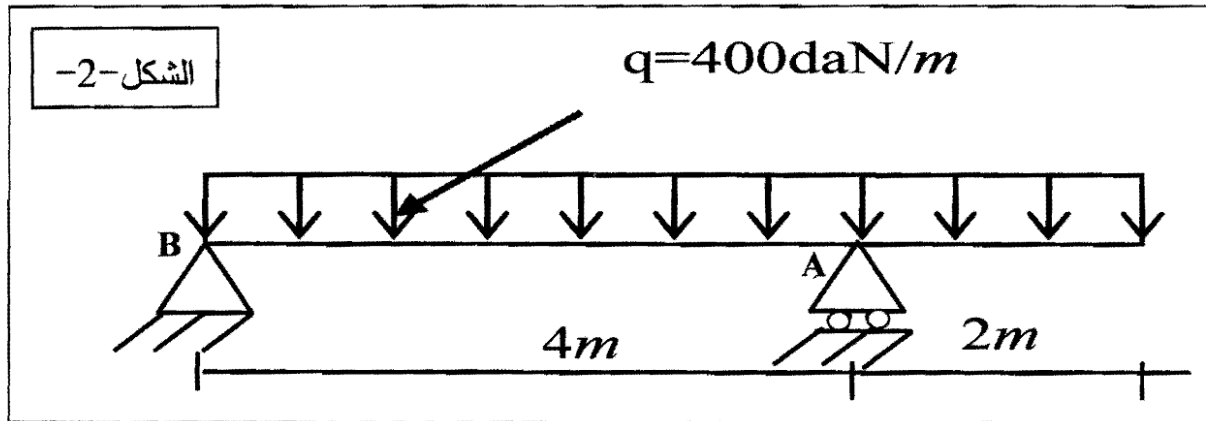
$$\Phi_t \geq \Phi_L / 3 , \quad A_{lim} = \max \{ A(4u) ; A(0.2\% B) \}$$

جدول التسليح

| القضبان عـ دد |       |       |       |       |       |       |       |      |      | الأقطار<br>(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)**

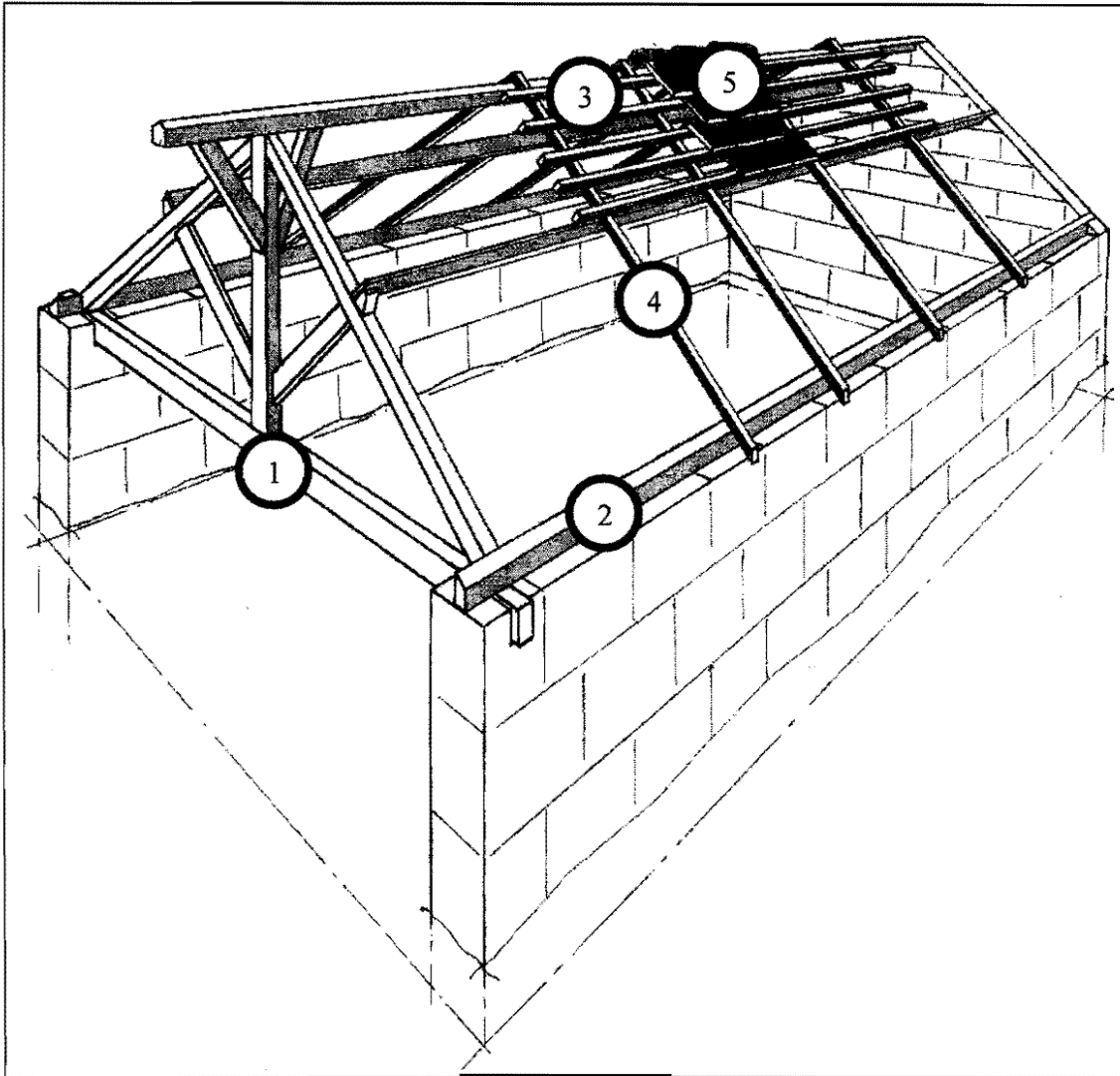
ترتكز الصقالة الحديدية على رافده طولها 6 m و التي بدورها ترتكز على مسندين (مزدوج: B) و (بسيط: A) و تتلقى ثقل موزع بانتظام ( $q=400 \text{ daN/m}$ ) كما هو موضح في الشكل -2-:



**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  $V_A$

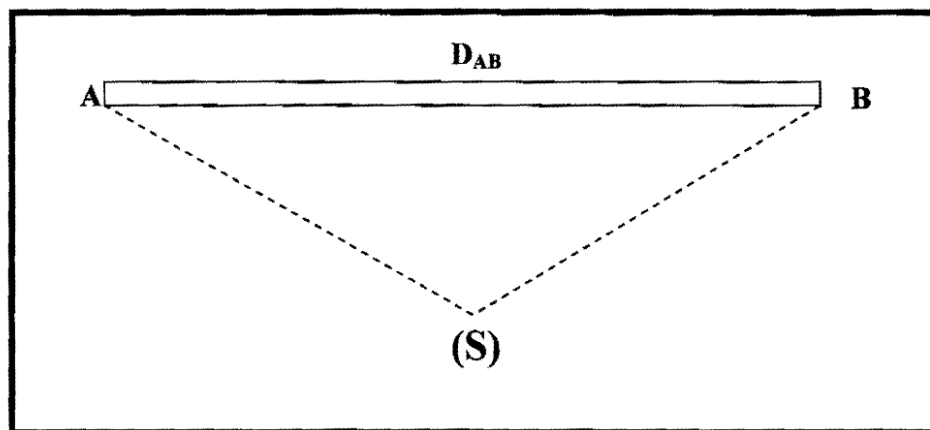
أوجد قيمة القراءة على الدائرة العمودية  $V_B$  عند النقطة  $B$ .

المعطيات:

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

$C=4\text{mm}$  -

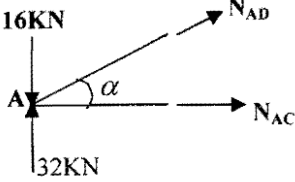
$V_A=60\text{gr}$  -

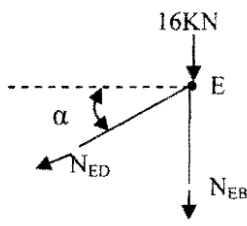


الشكل -4-



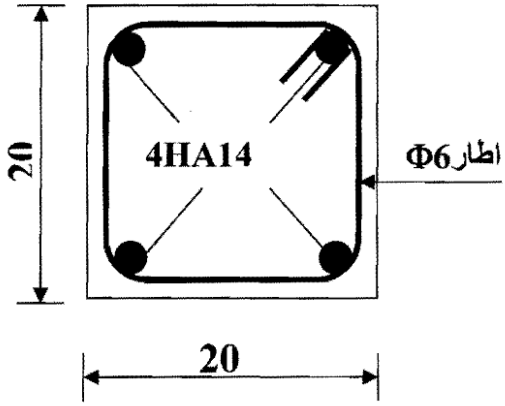


| العلامة |       | عناصر الإجابة  | محاور الموضوع |
|---------|-------|--|---------------|
| المجموع | مجزأة |  |               |
| 05      | 0,50  | <p>2 - التحقق من عدم هشاشة الخرسانة :</p> $A f_e \geq B f_{t28}$ $A \geq \frac{B f_{t28}}{f_e} = \frac{(25 \times 25) \cdot 2,1}{400} = 3,28 \text{ cm}^2$ <p>إذن : <math>A = 8,04 &gt; 3,28</math> 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 <math>0,3216 &gt; 0,1315 \Leftrightarrow A_s f_e &gt; B f_{t28}</math></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 $\alpha$ :<br>$\lambda < 50 \Rightarrow \beta = 1 + 0.2 \left( \frac{\lambda}{35} \right)^2 = 1 + 0.2 \left( \frac{48.50}{35} \right)^2 = 1.38$<br>$\alpha = \frac{0.85}{\beta} = \frac{0.85}{1.38} = 0.62$  |               |
|         | 0.5   | التحميل قبل 90 يوما: $\alpha = \frac{0.62}{1.10} = 0.56$<br>3- حساب المقطع المصغر للخرسانة:<br>$B_r = (20-2)(20-2) = 324 \text{ cm}^2$   | I             |
|         | 01    | 4- حساب المقطع النظري:<br>$A_{th} = \left( \frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r f_{c28}}{0.9 \gamma_b} \right) \frac{\gamma_s}{f_e}$<br>$A_{th} = \left( \frac{0.5 \times 10^5}{0.56} - \frac{(20-2)(20-2)30 \times 10}{0.9 \times 1.5} \right) \frac{1.15}{400 \times 10}$<br>$= 4.96 \text{ cm}^2$<br>5- حساب التسليح الأدنى:<br>$A_{min} = \max \{ A(4u) ; A(0.2\%B) \}$<br>$u = 2(0.2+0.2) = 0.80 \text{ m}$ |               |

| 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 اقترح رسما للتسليح :</p> $A = 4.94 \text{ cm}^2$ <p>نختار : <math>A = 6.16 \text{ cm}^2 \Rightarrow 4\text{HA}14</math></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 : <math>\Phi_t \geq \Phi_L / 3 = 14 / 3 = 4,66 \text{ mm}</math></p> <p>نأخذ <math>\Phi_t = 6 \text{ mm}</math></p> <p>* التباعد : <math>S_t = \min \{ 15 \times \Phi_{L\min} ; 40 \text{ cm} ; (a + 10 \text{ cm}) \}</math></p> <p><math>S_t = \min \{ 15 \times 1.4 ; 40 \text{ cm} ; (20 + 10 \text{ cm}) \}</math></p> <p><math>S_t = \min \{ 21 \text{ cm} ; 40 \text{ cm} ; (30 \text{ cm}) \} \Rightarrow S_t = 21 \text{ cm}</math></p>                                    |
| 06      | 0.5   |               |  |



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