الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي دورة 2025

الشعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية) المدة: 04 سا و30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

## الموضوع الأول

يحتوي الموضوع على (03) صفحات (من الصفحة 1 من 7 إلى الصفحة 3 من 7)

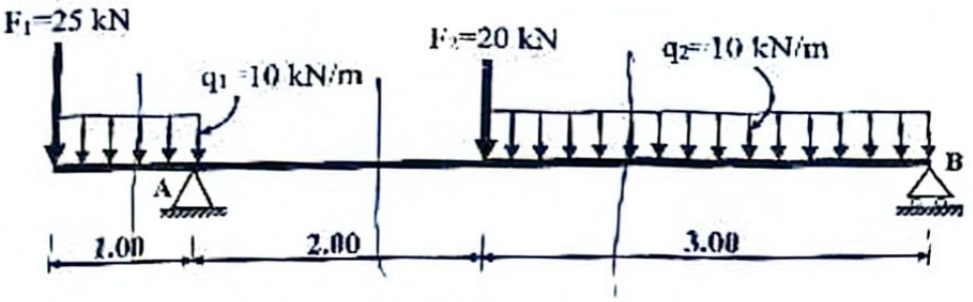
### الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

**النشاط الأول: الانحناء المستوي البسيط (07 نقاط)**

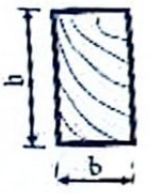
رافدة خشبية محملة حسب الشكل (1)، مقطعها مستطيل ممثل في الشكل (2).

المسند (A): مسند مزدوج

المسند (B): مسند بسيط




الشكل (1)




الشكل (2)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.

2) اكتب معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.

3) ارسم المنحنيين البيانيين للجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.

4) استنتج الجهد القاطع الأعظمي $T_{max}$ وعزم الانحناء الأعظمي $M_{fmax}$.

5) حدّد أبعاد مقطع الرافدة (h , b) الآمنة و الاقتصادية علمًا أنّ:

- العلاقة بين h و b: $h = 2b$
- عزم الانحناء الأعظمي: $M_{fmax} = 30\ kN.m$
- الإجهاد المسموح به: $\overline{\sigma} = 150\ daN/cm^2$
- الأبعاد القياسية لـ b و h بوحدة cm: (15×7.5) ، (20 × 10)، (30×15)، (40×20)

**النشاط الثّاني: الخرسانة المسلحة (05 نقاط)**

شدّاد من الخرسانة المسلحة ذو مقطع مستطيل $(40\times30)\text{cm}^2$ خاضع لقوة شد مركزية.

**المعطيات:**

- الجهود الناظمية: $N_u = 0.33\ MN$ ; $N_{ser} = 0.24\ MN$
- مقاومة الخرسانة للانضغاط: $f_{c28} = 30\ MPa$
- التسليح من نوع HA: $f_e = 400\ MPa$ ; $\gamma_s = 1.15$ ; $\eta = 1.6$
- نوع التشققات: ضارة.

**العمل المطلوب:**

1) احسب مقطع التسليح الطولي للشدّاد.
2) تحقّق من شرط عدم الهشاشة.
3) اقترح رسمًا لتسليح مقطع الشّداد (تعطى مسافة التغليف $c = 1\ cm$).

**تُعطى العلاقات التالية:**

$$\overline{\sigma}_s = \min\left\{\frac{2}{3}\times f_e ; 110\sqrt{\eta\times f_{t28}}\right\} \quad ; \quad \overline{\sigma}_b = \min\left\{\frac{1}{2}\times f_c ; 90\sqrt{\eta\times f_{t28}}\right\}$$

$$f_{t28} = 0,6+0,06.f_{c28} \quad ; \quad A_{ser} \geq \frac{N_{ser}}{\overline{\sigma}_s} \quad ; \quad A_u \geq \frac{N_u}{f_{su}} \quad : \quad f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

$$A = \max(A_u ; A_{ser}) \quad ; \quad A_S \times f_e \geq B \times f_{t28}$$

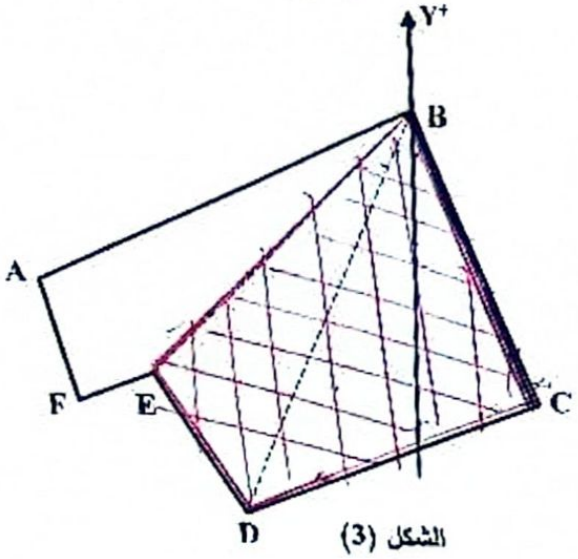
جدول التسليح:

| المقطع لعدد من القضبان بـ $(cm^2)$ | | | | | | | | | | عدد القضبان / القطر (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 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 |

## البناء: (08 نقاط)

### النشاط الأول: عموميات حول الطبوغرافيا (05 نقاط)

لحساب مساحة قطعة الأرض (ABCDEF) الموضّحة في الشّكل (3)، تمركز الطبوغرافي في المحطة B ورصد كل النقاط فتحصّل على النتائج التالية:




الشكل (3)

| النقاط | X (m) | Y (m) |
|---|---|---|
| A | 182.56 | 177 |
| B | 232 | 199 |
| C | 248.01 | 160 |
| D | $X_D$ | $Y_D$ |
| E | 197 | 164 |
| F | 187 | 159.98 |

| الأطوال (m) | السمت الاحداثي (gr) |
|---|---|
| $L_{BC}$ = ? 43,16 | $G_{BC}$ = ? 179,12 |
| $L_{BD}$ = 60.01 | $G_{BD}$ = 226.19 |
| $L_{BE}$ = 49.50 | $G_{BE}$ = 250 |

**العمل المطلوب:**

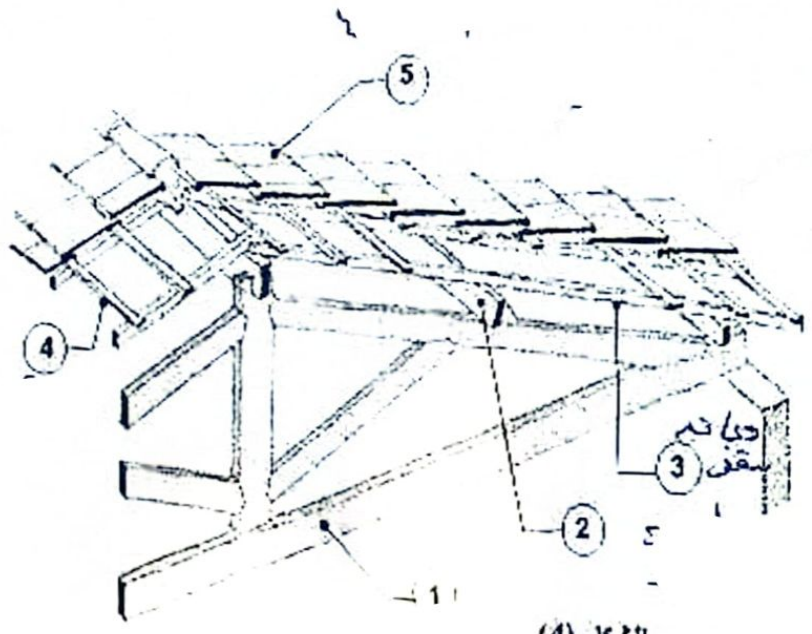
1) احسب السمت الاحداثي $G_{BC}$ والطول $L_{BC}$.
2) احسب الاحداثيات القائمة للنقطة D.
3) أراد صاحب الأرض استغلال القطعة (BCDE):
   - احسب المساحة $S_{(BCDE)}$ بطريقة الاحداثيات القطبية.
4) احسب المساحة الكلية للقطعة الأرضية $S_{(ABCDEF)}$ بطريقة الاحداثيات القائمة علما أنّ:
   - احداثيات النقطة D: D (208 ; 144) m

### النشاط الثاني: المنشآت العلوية (03 نقاط)

يُمثّل الشكل (4) جزء من غماء.

**العمل المطلوب:**

1) سمِّ العناصر المرقمة من 1 إلى 5.
2) حدّد نوع العناصر المستعملة في التغطية في حالة الاستغناء عن العنصرين 3 و 4.




الشكل (4)

انتهى الموضوع الأول

## الموضوع الثّاني

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 4 من 7 إلى الصفحة 7 من 7)

### الميكانيك المطبقة: (12 نقطة)

### النشاط الأوّل: الأنظمة المثلثية (06 نقاط)

نظام مثلثي مُحدّد سكونيًا مُمثّل في الشّكل (1)، قضبان النظام المثلثي تتكون من مُجنبات زاوية مزدوجة (**L**).

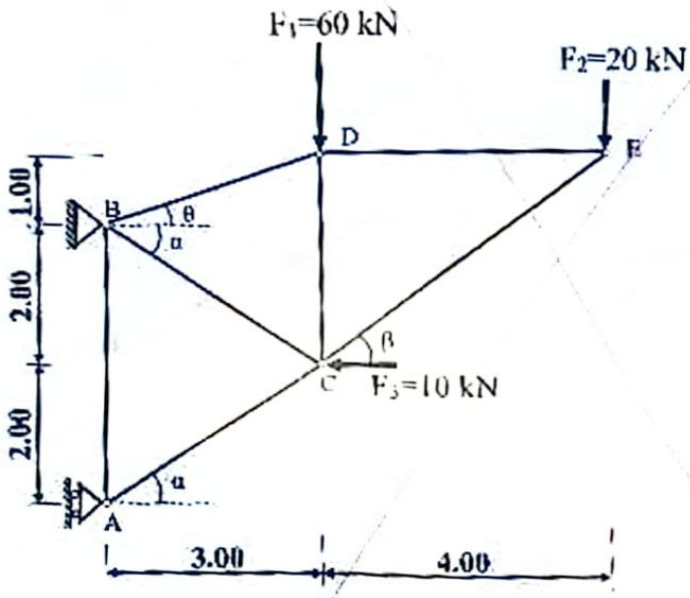
المسند A بسيط والمسند B مزدوج.

**تعطى:**

$\begin{cases} \cos\alpha = 0.832 \\ \sin\alpha = 0.555 \end{cases}$

$\begin{cases} \cos\beta = 0.800 \\ \sin\beta = 0.600 \end{cases}$

$\begin{cases} \cos\theta = 0.949 \\ \sin\theta = 0.316 \end{cases}$




الشكل (1)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.

2) احسب الجهود الداخلية في القضبان AB، AC، BC، BD، DC، DE مع تحديد طبيعتها باستعمال طريقة عزل العقد. (تُدوّن النتائج في جدول)

3) حدّد المجنب الآمن والاقتصادي من الجدول المُرفق إذا علمت أنّ:

- القضيب الأكثر تحميلاً هو AC حيث: $N_{AC} = 102.16\ kN$.
- الإجهاد المسموح به: $\bar{\sigma} = 1600\ daN/cm^2$

الجدول المرفق:

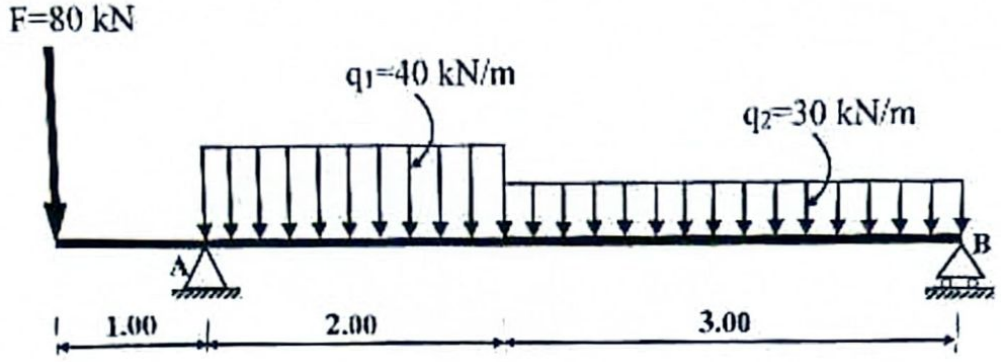
| التعيين | الأبعاد | | المقطع | بالنسبة لـ (xx') | |
|---|---|---|---|---|---|
| L | a (mm) | e (mm) | S ($cm^2$) | $I_{xx'}$ ($cm^4$) | $W_{xx'}$ ($cm^3$) |
| 35×35×3,5 | 35 | 3,5 | 2,39 | 2,66 | 1,06 |
| 40×40×4 | 40 | 4 | 3,08 | 4,47 | 1,55 |
| 45×45×4,5 | 45 | 4,5 | 3,9 | 7,15 | 2,2 |
| 50×50×5 | 50 | 5 | 4,8 | 10,96 | 3,05 |
| 60×60×6 | 60 | 6 | 6,91 | 22,79 | 5,29 |

المقطع العرضي لمجنب زاوية

## النشاط الثّاني: الانحناء المستوي البسيط (06 نقاط)

رافدة معدنية من نوع مُجنب IPN ترتكز على مسندين A و B، مُحمّلة حسب الشّكل (2) حيث:

A: مسند مزدوج و B: مسند بسيط.




الشكل (2)

العمل المطلوب:

1) احسب ردود الأفعال عند المسندين A و B.
2) اكتب معادلات الجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
3) ارسم المنحنيين البيانيين للجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$ على طول الرافدة.
4) استنتج الجهد القاطع الأعظمي $T_{max}$ وعزم الانحناء الأعظمي $M_{fmax}$.
5) حدّد المجنب الأمن والاقتصادي من الجدول المرفق إذا علمت أنّ:
   - عزم الانحناء الأعظمي: $M_{fmax} = 80\ kN.m$
   - الإجهاد المسموح به: $\overline{\sigma} = 1600\ daN/cm^2$

الجدول المرفق:

| التعيين | الأبعاد h (mm) | b (mm) | a (mm) | e (mm) | A ($cm^2$) | $I_{xx'}$ ($cm^4$) | $W_{xx'}$ ($cm^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IPN 240 | 240 | 106 | 8,7 | 13,1 | 46,1 | 4250 | 354 |
| IPN 260 | 260 | 113 | 9,4 | 14,1 | 53,3 | 5740 | 442 |
| IPN 280 | 280 | 119 | 10,1 | 15,2 | 61 | 7590 | 542 |
| IPN 300 | 300 | 125 | 10,8 | 16,2 | 69 | 9800 | 653 |
| IPN 320 | 320 | 131 | 11,5 | 17,3 | 77,7 | 12510 | 782 |
| IPN 340 | 340 | 137 | 12,2 | 18,3 | 86,7 | 15700 | 923 |

المقطع العرضي لمجنب IPN

BAC2025/SJ25/#CH07R14#

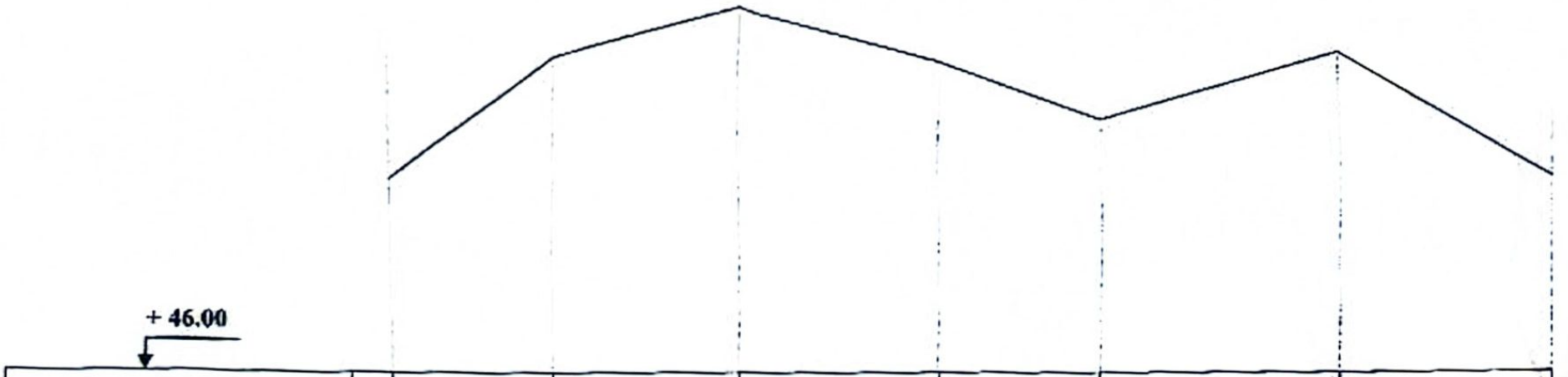
اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة مدنية) / الشعبة: تقني رياضي / بكالوريا 2025

**ملاحظة:** تُرفق هذه الوثيقة مع أوراق الاجابة

## المظهر الطولي لجزء من مشروع طريق

1/100

1/1000



+ 46.00

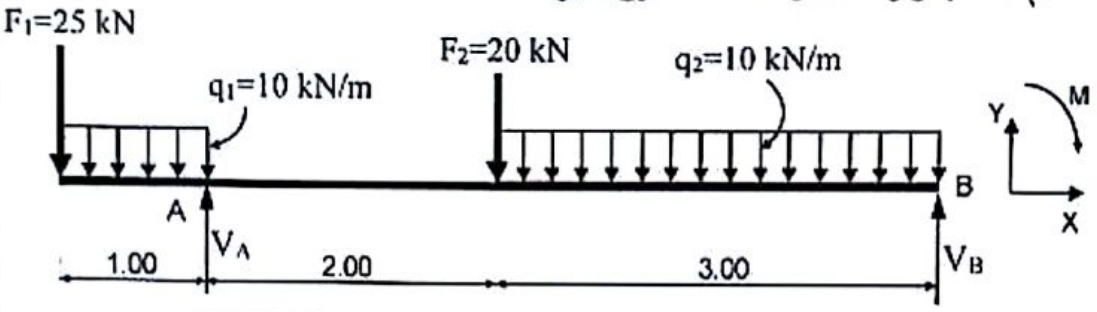
| أرقام المظاهر | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مناسيب خط التربة الطبيعية | 49.00 | 51.00 | 52.00 | 51.00 | 50.00 | 51.00 | 49.00 |
| مناسيب خط المشروع | 51.00 | ..... | ..... | 51.00 | ..... | ..... | 50.00 |
| المسافات الجزئية | | 25.00 | 30.00 | ..... | 25.00 | 35.00 | 30.00 |
| المسافات المتراكمة | 0.00 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| ميول خط المشروع | | | | | | | |
| التراصفات والمنعرجات | | ..... | R=60m ; α=32° | | ..... | | |

| عناصر الإجابة (الموضوع الأول) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|

**الميكانيك المطبقة:**

**النشاط الأول: (07 نقاط)**

**1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A وB:**




0.25 $\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow \boxed{H_A = 0}$

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_A + V_B - F_1 - (q_1 \times 1) - F_2 - (q_2 \times 3) = 0$

$\Rightarrow V_A + V_B = 25 + (10 \times 1) + 20 + (10 \times 3) \Rightarrow \boxed{V_A + V_B = 85\,kN}$

$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow -(V_B \times 5) + (F_2 \times 2) + (q_2 \times 3 \times 3.5) - (F_1 \times 1) - (q_1 \times 1 \times 0.5) = 0$

$\Rightarrow V_B = \dfrac{(20 \times 2) + (10 \times 3 \times 3.5) - (25 \times 1) - (10 \times 1 \times 0.5)}{5}$

0.5 $\Rightarrow \boxed{V_B = 23\,kN}$

$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow (V_A \times 5) - (F_1 \times 6) - (q_1 \times 1 \times 5.5) - (F_2 \times 3) - (q_2 \times 3 \times 1.5) = 0$

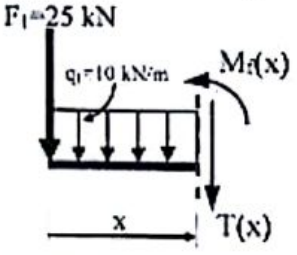
$\Rightarrow V_A = \dfrac{(25 \times 6) + (10 \times 1 \times 5.5) + (20 \times 3) + (10 \times 3 \times 1.5)}{5}$

0.5 $\Rightarrow \boxed{V_A = 62\,kN}$

01.25 $\Rightarrow V_A + V_B = 85 \Rightarrow 62 + 23 = 85\,kN$ مُحققة

**2) كتابة معادلات الجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$:**

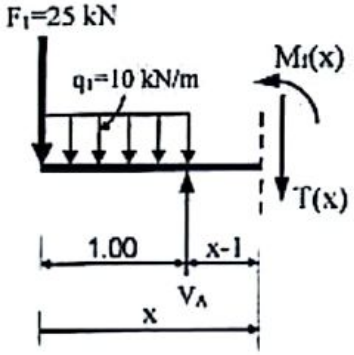
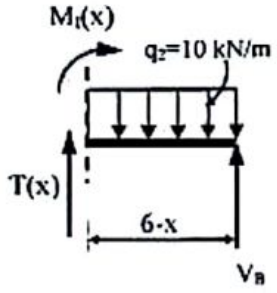
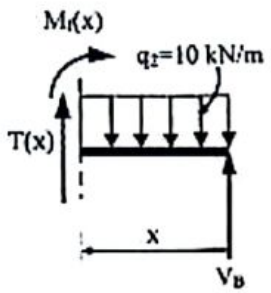
- القطع 1-1: $0 \le x \le 1$




0.25 $T(x) = -q_1 \cdot x - F_1 \Rightarrow \boxed{T(x) = -10x - 25}$

0.125 $T(0) = -25\,kN$

0.125 $T(1) = -35\,kN$

| عناصر الإجابة (الموضوع الأول) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|
| $M_f(x)=-q_1\cdot\frac{x^2}{2}-F_1\cdot x \Rightarrow \boxed{M_f(x)=-5x^2-25x}$ | 0.25 | |
| $\begin{cases}M_f(0)=0\\M_f(1)=-30\,kN.m\end{cases}$ | 0.125<br>0.125 | |
| - القطع 2-2: $1\le x\le 3$ | | |
|  | | |
| $T(x)=-q_1\cdot 1-F_1+V_A \Rightarrow \boxed{T(x)=27\,kN}$ | 0.25 | |
| $M_f(x)=-[q_1\cdot 1\cdot(x-0.5)]-(F_1\cdot x)+[V_A\cdot(x-1)]$<br>$\Rightarrow \boxed{M_f(x)=27x-57}$ | 0.25 | |
| $\begin{cases}M_f(1)=-30\,kN.m\\M_f(3)=24\,kN.m\end{cases}$ | 0.125<br>0.125 | |
| - القطع 3-3: | | |
| ▪ الطريقة الأولى: $3\le x\le 6$ | | |
|  | | |
| $T(x)=q_2\cdot(6-x)-V_B \rightarrow \boxed{T(x)=-10x+37}$ | 0.25 | |
| $\begin{cases}T(3)=7\,kN\\T(6)=-23\,kN\end{cases}$ | 0.125<br>0.125 | |
| $M_f(x)=-\left[q_2\cdot\frac{(6-x)^2}{2}\right]+[V_B\cdot(6-x)]$<br>$\Rightarrow \boxed{M_f(x)=-5x^2+37x-42}$ | 0.25 | |
| $\begin{cases}M_f(3)=24\,kN.m\\M_f(6)=0\end{cases}$ | 0.125<br>0.125 | |
| ▪ الطريقة الثانية: $0\le x\le 3$ | | |
|  | | |
| $T(x)=q_2\cdot x-V_B \Rightarrow \boxed{T(x)=10x-23}$ | | |
| $\begin{cases}T(0)=-23\,kN\\T(3)=7\,kN\end{cases}$ | | |
| $M_f(x)=-\left(q_2\cdot\frac{x^2}{2}\right)+(V_B\cdot x)\Rightarrow \boxed{M_f(x)=-5x^2+23x}$ | | |
| $\begin{cases}M_f(0)=0\\M_f(3)=24\,kN.m\end{cases}$ | | |
| | | 02.75 |

| عناصر الإجابة (الموضوع الأول) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|

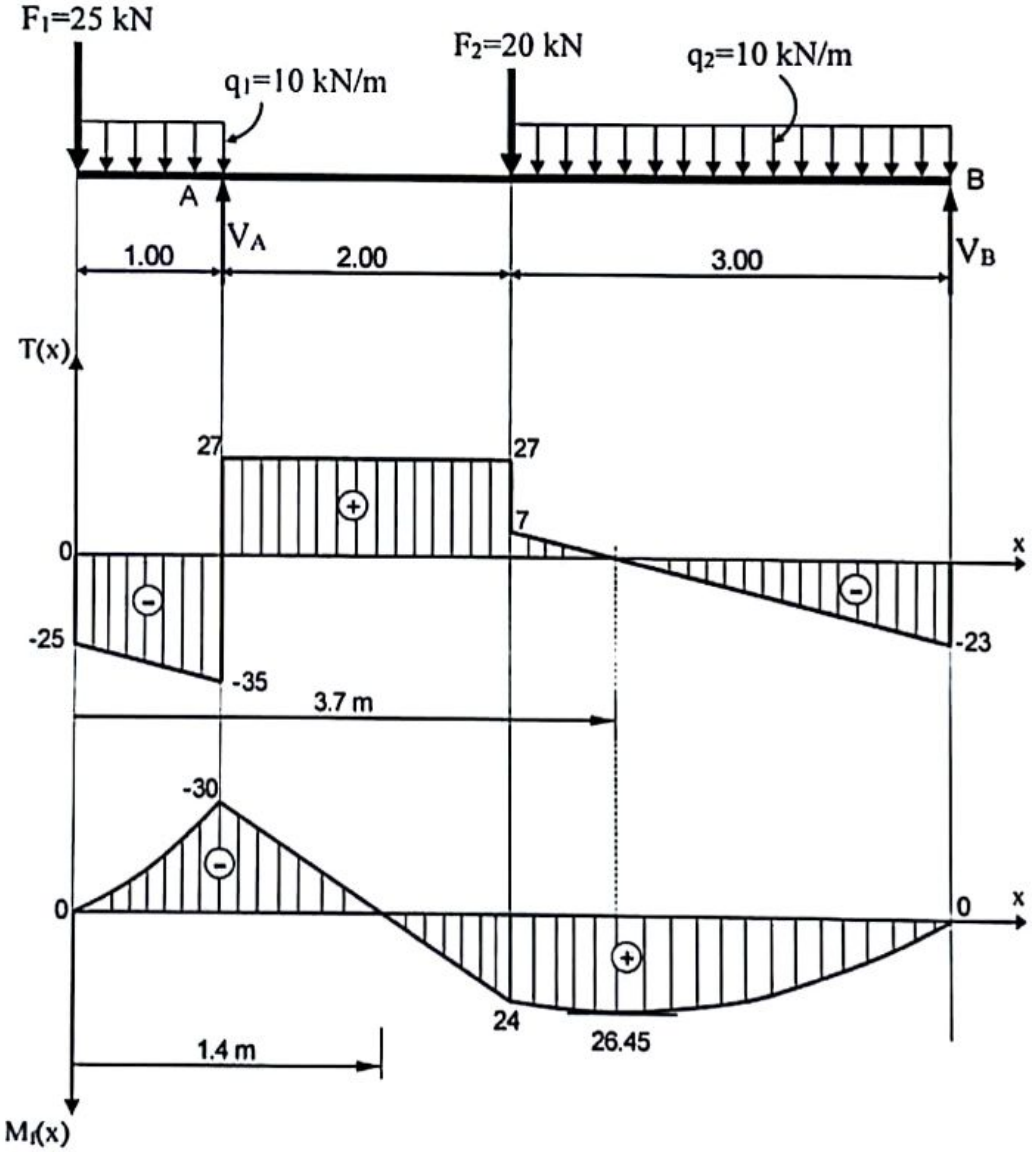
**ملاحظة:** سلم تنقيط الطريقة الثانية هو نفسه سلم تنقيط الطريقة الأولى.

- **حساب القيمة الحدية:** في المجال الثالث [6 ; 3]

$$\left.\begin{matrix} T(3)>0 \\ T(6)<0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow T(x)=0 \Rightarrow -10x+37=0 \Rightarrow \boxed{x=3.7\,m}$$

$$\Rightarrow \boxed{M_f(3.7)=26.45\,kN.m}$$

**3) رسم منحنيات الجهد القاطع T(x) وعزم الانحناء $M_f(x)$:**

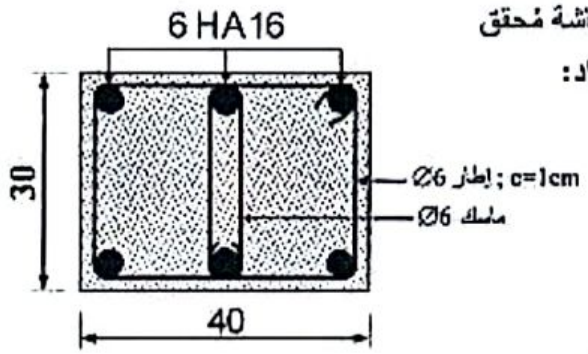



0.25 × 3

0.25 × 3

01.50

| عناصر الإجابة (الموضوع الأول) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|
| **4) استنتاج الجهد القاطع $T_{max}$ وعزم الانحناء $M_{fmax}$:** | | |
| من خلال المنحنى نستنتج: $T_{max} = 35\ kN$ و $M_{fmax} = 30\ kN.m$ | 0.25 × 2 | 0.5 |
| **5) تحديد أبعاد مقطع الرافدة b و h:** | | |
| $\sigma_{max} \le \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{6 \cdot M_{fmax}}{b \cdot h^2} \le \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{6 \cdot M_{fmax}}{\left(\frac{h}{2}\right) \cdot h^2} \le \bar{\sigma}$ | 0.25 | |
| $\Rightarrow h \ge \sqrt[3]{\frac{12 \cdot M_{fmax}}{\bar{\sigma}}}$ | 0.25 | |
| $\Rightarrow h \ge \sqrt[3]{\frac{12 \times 30 \times 10^4}{150}} \Rightarrow \boxed{h \ge 28.84\,cm}$ | 0.25 | |
| نأخذ $h = 30\ cm$ ومنه: $b = 15\ cm$ | 0.25 | 01.00 |
| **النشاط الثاني: (05 نقاط)** | | |
| **1) حساب مقطع التسليح الطولي للشدّاد:** | | |
| **أ- الحساب في حالة الحد النهائي الأخير للمقاومة(E.L.U):** | | |
| **- حساب $f_{su}$:** | | |
| $f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} \Rightarrow f_{su} = \frac{400}{1.15} \Rightarrow \boxed{f_{su} = 347.83\,MPa}$ | 0.5 | |
| **- حساب $A_u$:** | | |
| $A_u \ge \frac{N_u}{f_{su}} \Rightarrow A_u \ge \frac{0.33 \times 10^4}{347.83} \Rightarrow \boxed{A_u \ge 9.49\,cm^2}$ | 0.5 | |
| **ب-الحساب في حالة حد التشغيل(E.L.S):** | | |
| **- حساب $f_{t28}$:** | | |
| $f_{t28} = 0.6 + 0.06 \times f_{C28} \Rightarrow f_{t28} = 0.6 + 0.06 \times 30$ | | |
| $\Rightarrow \boxed{f_{t28} = 2.4\,MPa}$ | 0.25 | |
| **- التشققات ضارة ومنه:** | | |
| $\bar{\sigma}_s = \min\left\{\frac{2}{3} \cdot f_e ; 110\sqrt{\eta \cdot f_{t28}}\right\}$ | | |
| $\bar{\sigma}_s = \min\left\{\frac{2}{3} \cdot 400 ; 110\sqrt{1.6 \times 2.4}\right\}$ | 0.25 | |
| $\bar{\sigma}_s = \min\{266.67;\ 215.56\} \Rightarrow \boxed{\bar{\sigma}_s = 215.56\,MPa}$ | 0.25×2 | |

| عناصر الإجابة (الموضوع الأول) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|
| - حساب $A_{ser}$: | | |
| $A_{ser} \geq \frac{N_{ser}}{\sigma_s} \Rightarrow A_{ser} \geq \frac{0.24\times10^4}{215.56}$ | | |
| $\Rightarrow \boxed{A_{ser} \geq 11.13\,cm^2}$ | 0.5 | |
| - استنتاج مقطع التسليح المحسوب A: | | |
| $A = \max(A_u ; A_{ser}) \Rightarrow A = \max(9.49 ; 11.13)$ | | |
| $\Rightarrow \boxed{A = 11.13\,cm^2}$ | 0.25 | |
| - مقطع التسليح الحقيقي: | | |
| من الجدول نختار $A_s=12.06cm^2$ أي 6HA16 | 0.75 | 03.50 |
| 2) التحقق من شرط عدم الهشاشة: | | |
| $A_s \cdot f_e \geq B \cdot f_{t28} \Rightarrow 12.06\times400\times10 \geq (40\times30)\times2.4\times10$ | | |
| $\Rightarrow 48240\,daN > 28800\,daN$ | 0.5 | 0.50 |
| إذن شرط عدم الهشاشة محقق | | |
| 3) رسم مقطع تسليح الشداد: | | |
|   | 01 | 01.00 |
| ملاحظة : تقبل إجابة اطار ø8 | | |
| البناء: | | |
| النشاط الأول: (05 نقاط) | | |
| 1) حساب السمت الاحداثي $G_{BC}$ والطول $L_{BC}$: | | |
| - السمت الإحداثي $G_{BC}$: | | |
| $\Delta X_{BC} = X_C - X_B \Rightarrow \Delta X_{BC} = 248.01 - 232 \Rightarrow \boxed{\Delta X_{BC} = 16.01\,m}$ | 0.125 | |
| $\Delta Y_{BC} = Y_C - Y_B \Rightarrow \Delta Y_{BC} = 160 - 199 \Rightarrow \boxed{\Delta Y_{BC} = -39\,m}$ | 0.125 | |
| $g = tg^{-1}\left\lvert\frac{16.01}{-39}\right\rvert \Rightarrow \boxed{g = 24.80gr}$ | 0.25 | |
| $\left.\begin{matrix}\Delta X_{BC} = 16.01\,m > 0 \\ \Delta Y_{BC} = -39\,m < 0\end{matrix}\right\} \Rightarrow G_{BC} = 200 - g \Rightarrow G_{BC} = 200 - 24.80$ | | |
| $\Rightarrow \boxed{G_{BC} = 175.20gr}$ | 0.25 | |

| عناصر الإجابة (الموضوع الأول) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|
| - الطول $L_{BC}$:<br>$L_{BC}=\sqrt{\Delta X^2_{BC}+\Delta Y^2_{BC}} \Rightarrow L_{BC}=\sqrt{(16.01)^2+(-39)^2}$<br>$\Rightarrow \boxed{L_{BC}=42.16m}$ | 0.125<br>0.125 | 01 |
| 2) حساب الاحداثيات القائمة للنقطة D:<br>$X_D=X_B+L_{BD}\cdot\sin G_{BD} \Rightarrow X_D=232+60.01\times\sin 226.19 \Rightarrow \boxed{X_D=208m}$<br>$Y_D=Y_B+L_{BD}\cdot\cos G_{BD} \Rightarrow Y_D=199+60.01\times\cos 226.19 \Rightarrow \boxed{Y_D=144m}$ | 0.25<br>0.25 | 0.50 |
| 3) حساب المساحة $S_{(BCDE)}$ بطريقة الاحداثيات القطبية:<br>$S_{(BCDE)}=\frac{1}{2}\sum\left[L_n\cdot L_{n+1}\cdot\sin(G_{n+1}-G_n)\right]$ | 0.25 | |
| $S_{(BCDE)}=\frac{1}{2}\left[L_{BC}\cdot L_{BD}\cdot\sin(G_{BD}-G_{BC})+L_{BD}\cdot L_{BE}\cdot\sin(G_{BE}-G_{BD})\right]$ | 0.5 | |
| $S_{(BCDE)}=\frac{1}{2}\begin{bmatrix}42.16\times 60.01\times\sin(226.19-175.20)\\+60.01\times 49.50\times\sin(250-226.19)\end{bmatrix}$ | 0.5 | |
| $\boxed{S_{(BCDE)}=1450.93m^2}$ | 0.25 | 01.50 |
| 4) حساب المساحة $S_{(ABCDEF)}$ بطريقة الاحداثيات القائمة:<br>$S_{(ABCDEF)}=\frac{1}{2}\sum\left[X_n\cdot(Y_{n-1}-Y_{n+1})\right]$ | 0.25 | |
| $S_{(ABCDEF)}=\frac{1}{2}\begin{bmatrix}X_A\cdot(Y_F-Y_B)+X_B\cdot(Y_A-Y_C)+X_C\cdot(Y_B-Y_D)+\\X_D\cdot(Y_C-Y_E)+X_E\cdot(Y_D-Y_F)+X_F\cdot(Y_E-Y_A)\end{bmatrix}$ | 0.75 | |
| $S_{(ABCDEF)}=\frac{1}{2}\begin{bmatrix}182.56\times(159.98-199)+232\times(177-160)+248.01\times(199-144)\\+208\times(160-164)+197\times(144-159.98)+187\times(164-177)\end{bmatrix}$ | 0.75 | |
| $\boxed{S_{(ABCDEF)}=2025m^2}$ | 0.25 | 02.00 |
| النشاط الثاني: (03 نقاط)<br>1) تسمية العناصر: | | |

| الرقم | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| العنصر | هيكل ثلاثي | حاملات الروافد | دعائم السقف | الشرائح | الأغطية |

5×0.5

2) تحديد نوع العناصر المستعملة في التغطية في حالة الاستغناء عن العنصرين 3 و4:

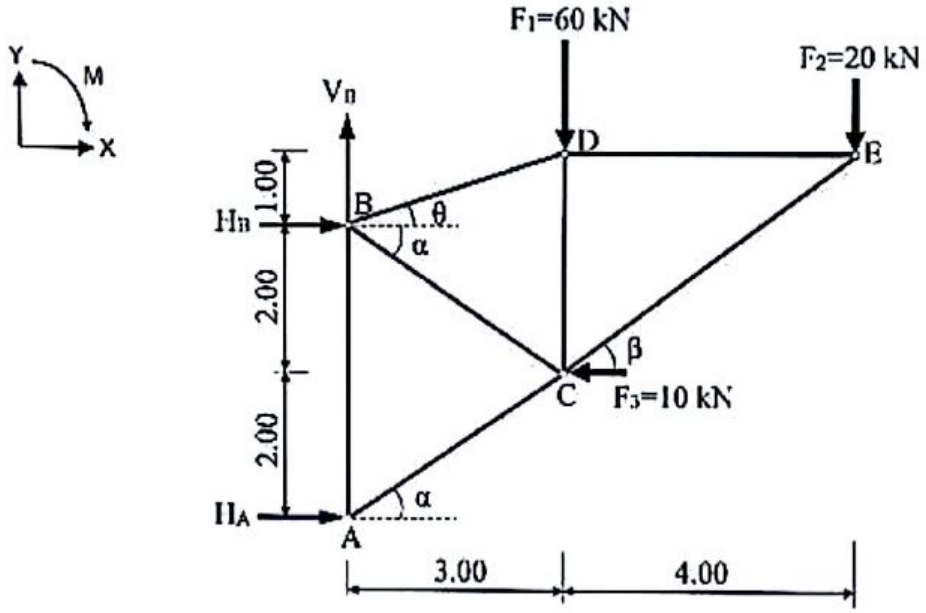
تستعمل الأغطية ذات المقاسات الكبيرة. — 0.5 — 03.00

| عناصر الإجابة (الموضوع الثاني) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|

**الميكانيك المطبقة:**

**النشاط الأول: (06 نقاط)**

**1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A وB:**




$$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow H_A + H_B - F_3 = 0 \Rightarrow \boxed{H_A + H_B = 10\,kN}$$

$$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_B - F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow \boxed{V_B = 80\,kN} \quad 0.5$$

$$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow (H_B \times 4) + (F_1 \times 3) + (F_2 \times 7) - (F_3 \times 2) = 0$$

$$\Rightarrow H_B = \frac{-(60\times 3) - (20\times 7) + (10\times 2)}{4}$$

$$\Rightarrow \boxed{H_B = -75\,kN} \quad 0.5$$

$$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow -(H_A \times 4) + (F_3 \times 2) + (F_1 \times 3) + (F_2 \times 7) = 0$$

$$\Rightarrow H_A = \frac{(10\times 2) + (60\times 3) + (20\times 7)}{4}$$

$$\Rightarrow \boxed{H_A = 85\,kN} \quad 0.5$$

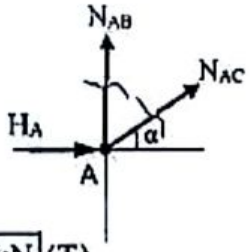
$$\Rightarrow H_A + H_B = 10 \Rightarrow 85 - 75 = 10\,kN \quad \text{محققة}$$

01.50

| عناصر الإجابة (الموضوع الثاني) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|

**2) حساب الجهود الداخلية في القضبان وتحديد طبيعتها:**

- عزل العقدة A:



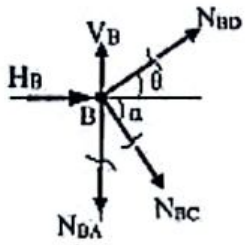

$$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow H_A + N_{AC} \cdot \cos\alpha = 0$$

0.5 $$\Rightarrow N_{AC} = \frac{-H_A}{\cos\alpha} \Rightarrow N_{AC} = \frac{-85}{0.832} \Rightarrow \boxed{N_{AC} = -102.16\,kN}\ (C)$$

$$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow N_{AB} + N_{AC} \cdot \sin\alpha = 0$$

0.5 $$N_{AB} = -N_{AC} \cdot \sin\alpha \Rightarrow N_{AB} = 102.16 \times 0.555 \Rightarrow \boxed{N_{AB} = 56.70\,kN}\ (T)$$

- عزل العقدة B:




$$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow H_B + N_{BD} \cdot \cos\theta + N_{BC} \cdot \cos\alpha = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{0.949N_{BD} + 0.832N_{BC} = 75} \quad .....(1)$$

$$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_B - N_{BA} + N_{BD} \cdot \sin\theta - N_{BC} \cdot \sin\alpha = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{0.136N_{BD} - 0.555N_{BC} = -23.3} \quad .....(2)$$

من خلال العلاقة (1):

$$\Rightarrow N_{BD} = \frac{75 - 0.832N_{BC}}{0.949}$$

نعوض في العلاقة (2) نجد:

$$0.136\left[\frac{75 - 0.832N_{BC}}{0.949}\right] - 0.555N_{BC} = -23.3$$

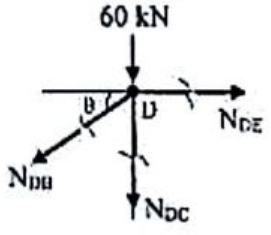
0.5 $$\Rightarrow -0.832 \times N_{BC} = -48.27 \Rightarrow \boxed{N_{BC} = 58.02\,kN}\ (T)$$

ومنه:

0.5 $$N_{BD} = \frac{75 - (0.832 \times 58.02)}{0.949} \Rightarrow \boxed{N_{BD} = 28.17\,kN}\ (T)$$

**ملاحظة:** تقبل باقي الطرق المعتمدة في حل جملة معادلتين ذات مجهولين.

- عزل العقدة D:




$$\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow N_{DE} - N_{DB} \cdot \cos\theta = 0$$

$$\Rightarrow N_{DE} = N_{DB} \cdot \cos\theta \Rightarrow$$

0.5 $$\Rightarrow N_{DE} = 28.17 \times 0.949 \Rightarrow \boxed{N_{DE} = 26.73\,kN}\ (T)$$

$$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow -N_{DC} - F_1 - N_{DB} \cdot \sin\theta = 0$$

0.5 $$N_{DC} = -F_1 - N_{DB} \cdot \sin\theta \Rightarrow N_{DC} = -60 - 26.73 \times 0.316 \Rightarrow \boxed{N_{DC} = -68.45\,kN}\ (C)$$

| العلامة مجموع | العلامة مجزأة | عناصر الإجابة (الموضوع الثاني) |
|---|---|---|

- تدوين النتائج في جدول:

| الجهد | $N_{AB}$ | $N_{AC}$ | $N_{BC}$ | $N_{BD}$ | $N_{DC}$ | $N_{DE}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الشدة (kN) | 56.70 | 102.16 | 58.02 | 28.17 | 68.45 | 26.73 |
| الطبيعة | شد | انضغاط | شد | شد | انضغاط | شد |

0.5

03.50

3) تحديد المجنب الآمن والاقتصادي:

0.25 $\sigma_{max} \le \overline{\sigma} \Rightarrow \dfrac{N_{AC}}{2S} \le \overline{\sigma}$

0.25 $\Rightarrow S \ge \dfrac{N_{AC}}{2 \cdot \overline{\sigma}} \Rightarrow S \ge \dfrac{102.16 \times 10^2}{2 \times 1600}$

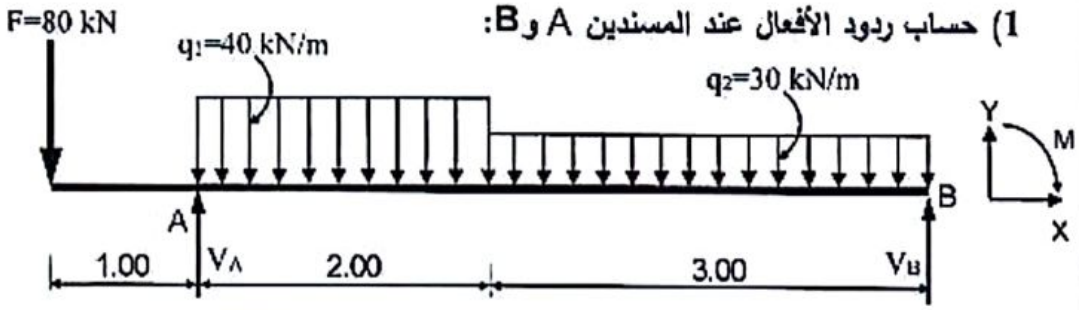
0.25 $\Rightarrow \boxed{S \ge 3.19\,cm^2}$

0.25 من الجدول المرفق نختار $S = 3.90\,cm^2$ ومنه المجنب المناسب L (45×45×4.5)

01.00

النشاط الثاني: (06 نقاط)

1) حساب ردود الأفعال عند المسندين A و B:




0.25 $\sum F_{/xx'} = 0 \Rightarrow \boxed{H_A = 0}$

$\sum F_{/yy'} = 0 \Rightarrow V_A + V_B - F - (q_1 \times 2) - (q_2 \times 3) = 0$

$\Rightarrow V_A + V_B = 80 + (40 \times 2) + (30 \times 3) \Rightarrow \boxed{V_A + V_B = 250\,kN}$

$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow -(V_B \times 5) + (q_2 \times 3 \times 3.5) + (q_1 \times 2 \times 1) - (F \times 1) = 0$

$\Rightarrow V_B = \dfrac{(30 \times 3 \times 3.5) + (40 \times 2 \times 1) - (80 \times 1)}{5}$

0.25 $\Rightarrow \boxed{V_B = 63\,kN}$

$\sum M_{/B} = 0 \Rightarrow -(F \times 6) + (V_A \times 5) - (q_1 \times 2 \times 4) - (q_2 \times 3 \times 1.5) = 0$

$\Rightarrow V_A = \dfrac{(80 \times 6) + (40 \times 2 \times 4) + (30 \times 3 \times 1.5)}{5}$

0.25 $\Rightarrow \boxed{V_A = 187\,kN}$

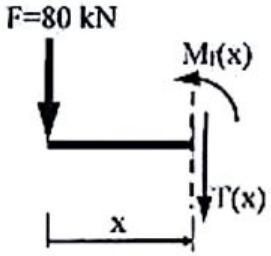
0.75

محققة $\Rightarrow V_A + V_B = 250 \Rightarrow 187 + 63 = 250\,kN$

| عناصر الإجابة (الموضوع الثاني) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|

**2) كتابة معادلات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$:**

**- القطع 1-1: $0 \le x \le 1$**



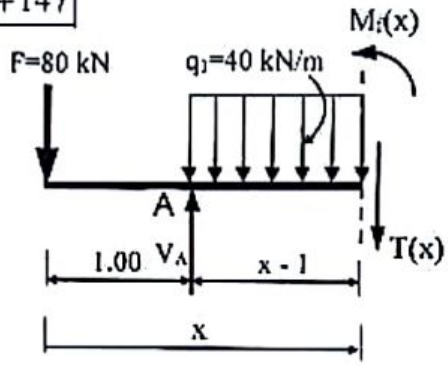

0.25 $T(x) = -F \Rightarrow \boxed{T(x) = -80\,kN}$

0.25 $M_f(x) = -F \cdot x \Rightarrow \boxed{M_f(x) = -80x}$

0.125 $M_f(0) = 0$

0.125 $M_f(1) = -80\,kN.m$

**- القطع 2-2: $1 \le x \le 3$**




0.25 $T(x) = -F + V_A - q_1(x-1) \Rightarrow \boxed{T(x) = -40x + 147}$

0.125 $T(1) = 107\,kN$

0.125 $T(3) = 27\,kN$

$$M_f(x) = -F \cdot x + V_A(x-1) - q_1 \frac{(x-1)^2}{2}$$

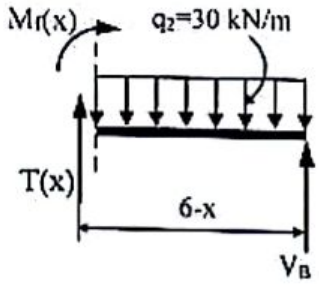
0.25 $\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -20x^2 + 147x - 207}$

0.125 $M_f(1) = -80\,kN.m$

0.125 $M_f(3) = 54\,kN.m$

**القطع 3-3:**

**▪ الطريقة الأولى: $3 \le x \le 6$**




0.25 $T(x) = q_2 \cdot (6-x) - V_B \Rightarrow \boxed{T(x) = -30x + 117}$

0.125 $T(3) = 27\,kN$

0.125 $T(6) = -63\,kN$

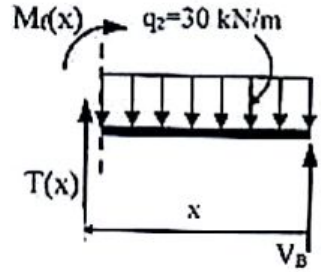
$$M_f(x) = -\left[q_2 \cdot \frac{(6-x)^2}{2}\right] + \left[V_B \cdot (6-x)\right]$$

0.25 $\Rightarrow \boxed{M_f(x) = -15x^2 + 117x - 162}$

0.125 $M_f(3) = 54\,kN.m$

0.125 $M_f(6) = 0$

**▪ الطريقة الثانية: $0 \le x \le 3$**




$T(x) = q_2 \cdot x - V_B \Rightarrow \boxed{T(x) = 30x - 63}$

$T(0) = -63\,kN$

$T(3) = 27\,kN$

02.75

| العلامة | | عناصر الإجابة (الموضوع الثاني) |
|---|---|---|
| مجموع | مجزأة | |

$$M_f(x) = -\left(q_2 \cdot \frac{x^2}{2}\right) + (V_B \cdot x) \Rightarrow \boxed{M_f(x) = -15x^2 + 63x}$$

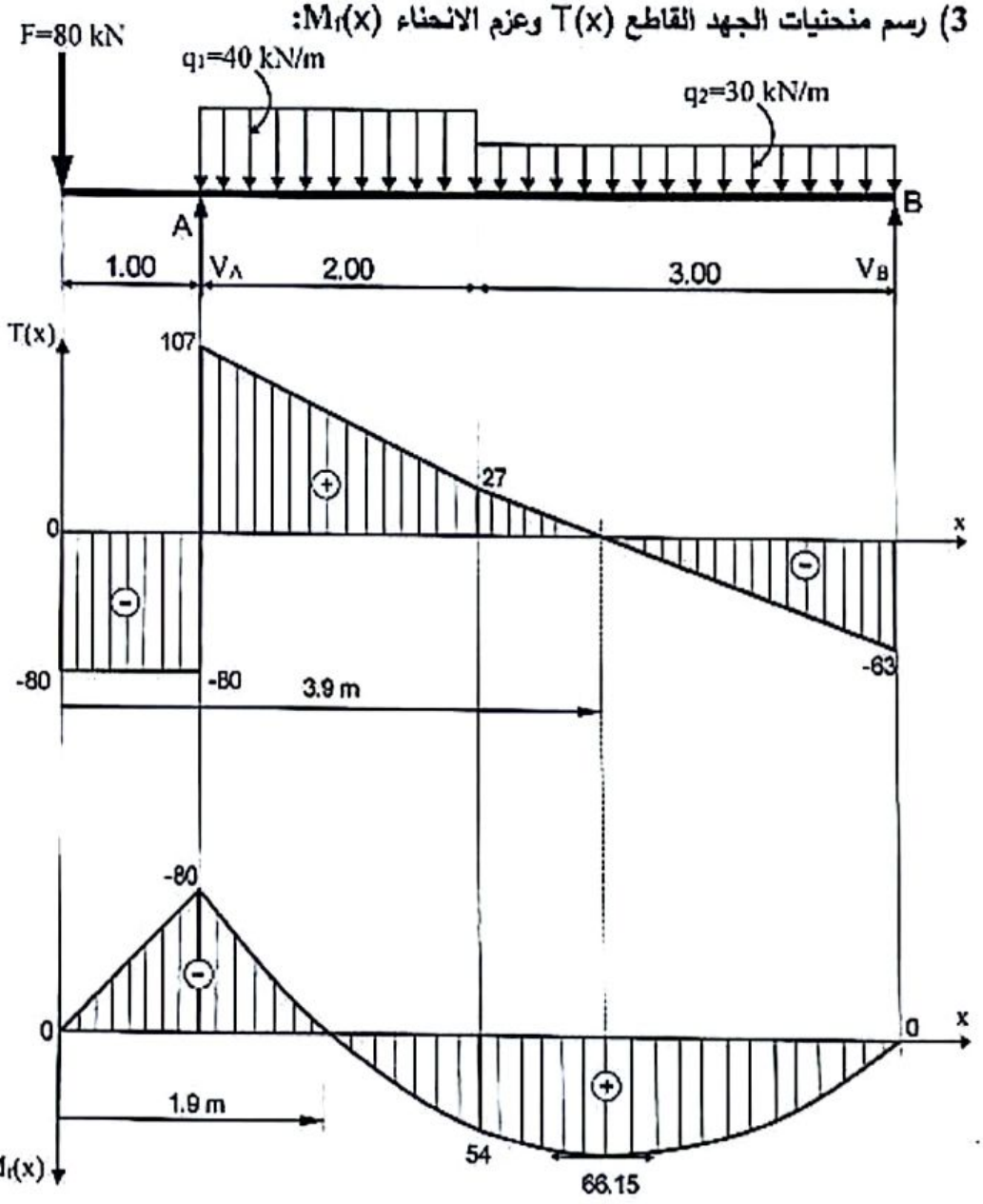
$$\begin{cases} M_f(0) = 0 \\ M_f(3) = 54\,kN.m \end{cases}$$

- حساب القيمة الحدية: في المجال الثالث [6 ; 3]

$$\left.\begin{matrix} T(3) > 0 \\ T(6) < 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow T(x) = 0 \Rightarrow -30x + 117 = 0 \Rightarrow \boxed{x = 3.9\,m}$$

$$\Rightarrow \boxed{M_f(3.9) = 66.15\,kN.m}$$

3) رسم منحنيات الجهد القاطع $T(x)$ وعزم الانحناء $M_f(x)$:




0.25 × 3

0.25 × 3

01.50

| عناصر الإجابة (الموضوع الثاني) | العلامة مجزأة | العلامة مجموع |
|---|---|---|
| **4) استنتاج الجهد القاطع $T_{max}$ وعزم الانحناء $M_{fmax}$:** | | |
| من خلال المنحنى نستنتج: $T_{max} = 107\ kN$ و $M_{fmax} = 80\ kN.m$ | 0.125 × 2 | 0.25 |
| **5) تحديد المجنب IPN الأمن والاقتصادي:** | | |
| $\sigma_{max} \le \bar{\sigma} \Rightarrow \frac{M_{fmax}}{W_{/xx'}} \le \bar{\sigma} \Rightarrow W_{/xx'} \ge \frac{M_{fmax}}{\bar{\sigma}}$ | 0.25 | |
| $\Rightarrow W_{/xx'} \ge \frac{80\times10^4}{1600} \Rightarrow \boxed{W_{/xx'} \ge 500\,cm^3}$ | 0.25 | |
| من الجدول المرفق نختار $W_{/xx'} = 542\ cm^3$ ومنه المجنب الأمن والاقتصادي: IPN280 | 0.25 | 0.75 |
| **البناء:** | | |
| **النشاط الأول: (03 نقاط)** | | |
| - **تسمية العناصر:** | | |

| رقم العنصر | التسمية |
|---|---|
| 1 | قاعدة الأساس |
| 2 | الجدار الأمامي (جدار الواجهة او جدار جبهي) |
| 3 | الجدار الوافي |
| 4 | الجدار الراجع (وقد يكون جدار جناح) |
| 5 | البلاطة الانتقالية |
| 6 | جهاز الارتكاز (المكعب الخرساني + طبقة النيوبران) |

0.5 × 6 — 03.00

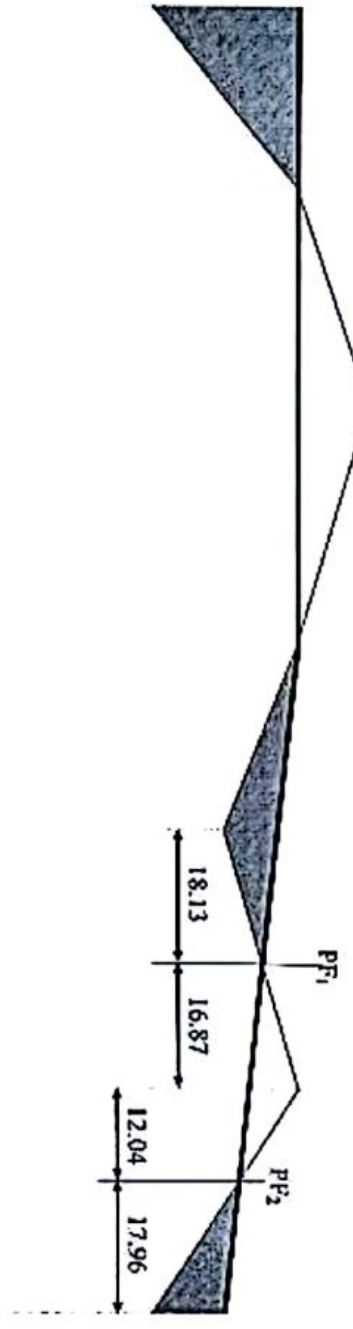
**النشاط الثاني: (05 نقاط)**

- **الجدول:**
  - مناسيب خط المشروع: ..... 0.25×4
  - طول المنعرج: ..... 0.5
  - المسافات المتراكمة: ..... 0.125×6
  - ميول خط المشروع: ..... 0.125×2
  - التراصفات والمنعرجات: ..... 0.125×2

02.75

- **الرسم:**
  - تمثيل خط المشروع: ..... 0.25×2
  - تمثيل المظاهر الوهمية: ..... 0.25×4
  - تحديد مناطق الحفر والردم: ..... 0.75

02.25




| أرقام المظاهر | مناسيب خط التربة الطبيعية | مناسيب خط المشروع | المسافات الجزئية | المسافات المتراكمة | ميول خط المشروع | التراصفات والمنعرجات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| + 46.00 | | | | | | |
| 1 | 49.00 | 51.00 | | 0.00 | | |
| 2 | 51.00 | 51.00 | 25.00 | 25.00 | $P_1$ = 0 % على طول 88.5 m | 55 m |
| 3 | 52.00 | 51.00 | 30.00 | 55.00 | | |
| 4 | 51.00 | 51.00 | 33.50 | 88.50 | | R=60m ; α=32° |
| 5 | 50.00 | 50.72 | 25.00 | 113.50 | $P_2$ = 1.11 % على طول 90 m | 90 m |
| 6 | 51.00 | 50.33 | 35.00 | 148.50 | | |
| 7 | 49.00 | 50.00 | 30.00 | 178.50 | | |