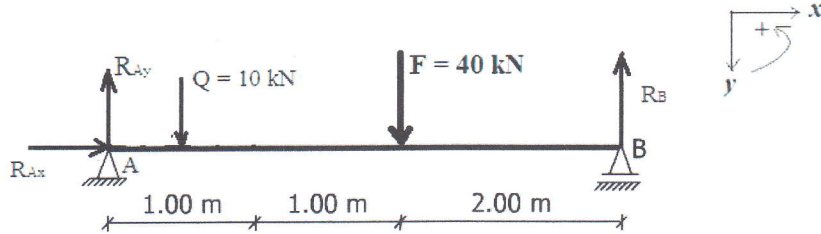


تصحيح امتحان السداسي الأول في مقياس مقاومة المواد

حل التمرين الأول:

1. إيجاد ردود أفعال المساند:



$$\sum F_{ix} = 0 \Rightarrow R_{Ax} = 0 \Rightarrow \dots \dots \dots (1)$$

$$\sum F_{iy} = 0 \Rightarrow -R_{Ay} + Q + F - R_B = 0 \Leftrightarrow R_{Ay} = Q + F - R_B \dots \dots \dots (2)$$

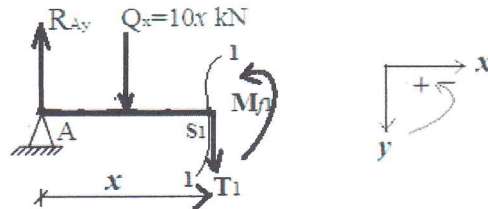
$$\sum M_{/A} = 0 \Rightarrow -0,5 \times Q - 2 \cdot F + 4 \cdot R_B = 0 \Leftrightarrow R_B = (0,5 \times Q + 2 \cdot F) / 4 \Leftrightarrow$$

$$R_B = 21,25 \text{ kN} \Leftrightarrow R_B = (0,5 \times 10 + 2 \cdot 40) / 4 \Leftrightarrow$$

$$R_{Ay} = 28,75 \text{ kN} \quad (2) \Leftrightarrow R_{Ay} = Q + F - R_B \Leftrightarrow R_{Ay} = 10 + 40 - 21,25 \Leftrightarrow$$

2. حساب جهد القطع T و عزم الانحناء M_f :

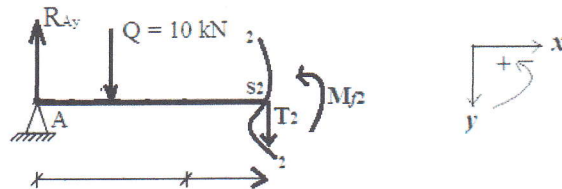
المقطع 1-1: $0 \leq x \leq 1 \text{ m}$



$$\sum \vec{F}_{iy} = \vec{0} \Rightarrow T_1 + Q_x - R_{Ay} = 0 \Leftrightarrow T_1 = R_{Ay} - Q_x \Leftrightarrow T_1 = 28,75 - 10x$$

$$\sum \vec{M}_{/S_1} = \vec{0} \Rightarrow M_{f1} + Q_x \cdot \frac{1}{2}x - x \cdot R_{Ay} = 0 \Leftrightarrow M_{f1} = x \cdot R_{Ay} - (10x) \cdot \frac{1}{2}x \Leftrightarrow M_{f1} = 28,75x - 5x^2$$

المقطع 2-2: $1 \text{ m} \leq x \leq 2 \text{ m}$

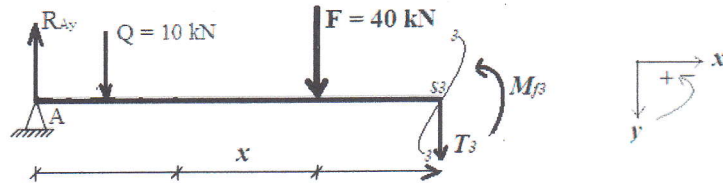


$$\sum \vec{F}_{iy} = \vec{0} \Leftrightarrow T_2 + Q - R_{Ay} = 0 \Leftrightarrow T_2 = R_{Ay} - Q \Leftrightarrow T_2 = 28,75 - 10 \Leftrightarrow T_2 = 18,75 \text{ kN}$$

$$\sum \vec{M}_{/S_2} = \vec{0} \Rightarrow M_{f2} + Q \cdot (x - 0,5) - x \cdot R_{Ay} = 0 \Leftrightarrow M_{f2} = x \cdot R_{Ay} - Q \cdot x + 0,5 \cdot Q = (R_{Ay} - Q) \cdot x + 0,5 \cdot Q \Leftrightarrow$$

$$M_{f2} = 18,75 \cdot x + 5 \Leftrightarrow M_{f2} = (28,75 - 10) \cdot x + 0,5 \cdot 10 \Leftrightarrow$$

المقطع 3-3: $2 \text{ m} \leq x \leq 4 \text{ m}$



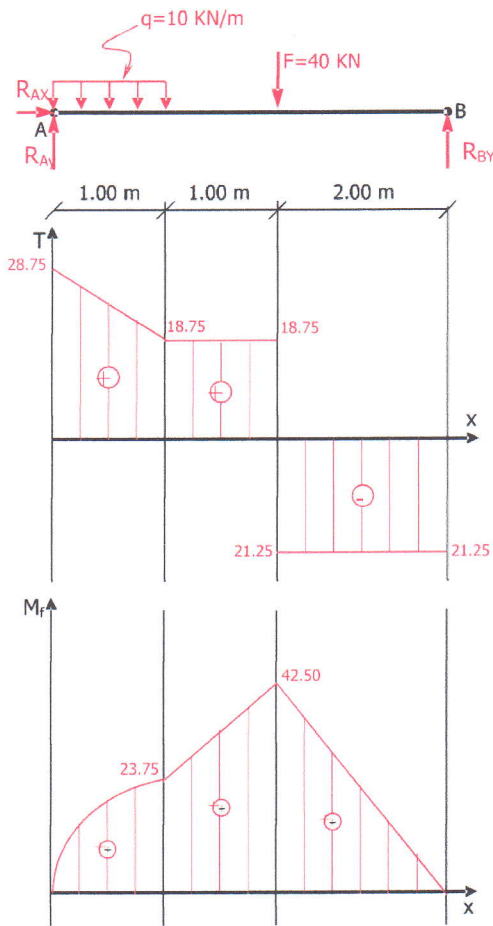
$$\sum \vec{F}_{iy} = \vec{0} \Rightarrow T_3 = -21.25 \text{ kN} \Leftrightarrow T_3 + Q + F - R_{Ay} = 0 \Leftrightarrow T_3 = R_{Ay} - Q - F \Leftrightarrow T_2 = 28.75 - 10 - 40 \Leftrightarrow$$

$$\sum \vec{M}_{/S3} = \vec{0} \Rightarrow M_{f3} + Q.(x - 0.5) - x.R_{Ay} + F.(x - 2) = 0 \Leftrightarrow M_{f3} = x.R_{Ay} - Q.x + 0.5.Q - F.x + 2.F \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow M_{f3} = (R_{Ay} - Q - F).x + 0.5.Q + 2.F \Leftrightarrow M_{f3} = (28.75 - 10 - 40).x + 0.5 \times 10 + 2 \times 40$$

$$M_{f3} = -21.25.x + 85$$

3. رسم مخططات جهد القطع T و عزم الانحناء M_f :
أ. قيم جهد القطع T:



$$T_1 = 28.75 - 10x \Rightarrow T_1 = 0 \text{ si } x = \frac{-28.75}{-10} = 2.875 \notin [0, 1] \Leftrightarrow$$

$$T_1 = \begin{cases} 28.75 \text{ kN} & \text{si } x = 0 \\ 18.75 \text{ kN} & \text{si } x = 1 \end{cases}$$

$$T_2 = 18.75 \text{ kN}$$

$$T_3 = -21.25 \text{ kN}$$

ب. قيم عزم الانحناء M_f :

$$M_{f1} = 28.75x - 5x^2 = (28.75 - 5x).x \Rightarrow$$

$$M_{f1} = 0 \text{ si } x = \begin{cases} 0 \\ \frac{-28.75}{-5} = 5.75 \notin [0, 1] \end{cases}$$

$$M_{f1} = \begin{cases} 0 & \text{si } x = 0 \\ 23.75 \text{ kN.m} & \text{si } x = 1 \text{ m} \end{cases}$$

$$M_{f2} = 18.75.x + 5 \Rightarrow M_{f2} = 0 \text{ si } x = \frac{-5}{18.75} \notin [1 \text{ m}, 2 \text{ m}] \Rightarrow$$

$$M_{f2} = \begin{cases} 23.75 \text{ kN.m} & \text{si } x = 1 \text{ m} \\ 42.5 \text{ kN.m} & \text{si } x = 2 \text{ m} \end{cases}$$

$$M_{f3} = -21.25.x + 85 \Rightarrow M_{f2} = 0 \text{ si } x = \frac{-85}{-21.25} = 4 \Rightarrow$$

$$M_{f3} = \begin{cases} 42.5 \text{ kN.m} & \text{si } x = 2 \text{ m} \\ 0 \text{ kN.m} & \text{si } x = 4 \text{ m} \end{cases}$$

4. استنتاج قيمة $T_{\max}$ و $M_{f\max}$:

من المنحنى نستنتج أن $T_{\max} = 28.85 \text{ kN}$ و $M_{f\max} = 42.5 \text{ kN.m}$.

حل التمرين الثاني:

1. تسمى هذه التجربة بتجربة الشد.

2. تجربة الشد يتم إجراؤها على عينات اختبار لها مقاسات موحدة فمنها المستديرة الطويلة والقصيرة ومنها المسطحة الطويلة والقصيرة. ويجب أن يكون طول الجزء المعايير متناسباً مع المقطع وفقاً للعلاقة التجريبية التالية:

$$l_0 = 5,65 \times \sqrt{A_0} \approx 5d_0$$

حيث: l_0 : الطول الابتدائي للعينة (en mm)
 A_0 : مساحة المقطع للعينة عند الطول الابتدائي أو المساحة الابتدائية (en mm²)
 d_0 : العرض الابتدائي في حالة العينة المسطحة والقطر الابتدائي في حالة العينة المستديرة.

3. المراحل التي تمر بها المادة خلال هذه التجربة هي:

المنطقة OA: تسمى هذه المنطقة بالمجال المرن للمادة (domaine élastique) ، لأنه في حالة التفريغ ، تعود المادة إلى شكلها الأولي. وفي هذا المجال قيمة التشوه النسبي تتناسب طرديا مع الاجهاد. هذا التناسب يمكن التعبير عنه بقانون هوك $\sigma = \varepsilon \cdot \tan \alpha$

المستوى "A": يمثل حد المرونة الذي يتميز بالقيمة القصوى للاجهاد المرن للمادة ، وبعد هذا الحد ، تبدأ التشوهات الدائمة في الحدوث.

$$\sigma_e = \varepsilon_e \cdot \tan \alpha$$

المنطقة AB: هي منطقة التدفق البلاستيك للمادة (مجال الانسياب)، نلاحظ أن التشوهات تزداد بدون زيادة في الاجهادات (الحمولة تبقى ثابتة) حتى النقطة B .

المنطقة BC: ويدعى هذا المجال بعودة المتانة (أو المجال اللدن) حيث تفقد المادة خصائصها المرنة، أي عند نزع الحمولة لا تعود المادة لحالتها الطبيعية.

منطقة CD: و يسمى مجال التشوه الغير متجانس (أو مجال الانهيار). نلاحظ أن الاستطالة تزداد من أجل أحمال الأقل من القيمة القصوى σ_r (إجهاد كسر)، أي أن الاجهادات تكبر دون الزيادة في الحمولة، وعند بلوغ الاجهاد حد المقاومة σ_r فيتشكل ما يدعى بظاهرة العنق و تقل المساحة.

4. استخراج قيمة اجهاد حد المرونة σ_e و الاستطالة النسبية ε_e من المنحنى:

$$\varepsilon_e = 1,2 \times 10^{-3} \quad \sigma_e = 240 \text{ N / mm}^2$$

5. حساب معامل المرونة الطولي E : حسب قانون هوك $\sigma_e = \varepsilon_e \cdot E$ اذن معامل حد المرونة $E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e}$

$$E = \frac{240}{1,2 \times 10^{-3}} \Rightarrow E = 2 \times 10^5 \text{ N / mm}^2$$

6. استخراج قيمة اجهاد الانكسار σ_r و الاستطالة النسبية ε_r من المنحنى:

$$\sigma_r = 400 \text{ N / mm}^2 \quad \text{و} \quad \varepsilon_r = 200 \times 10^{-3}$$

7. استنتاج قيمة القوة القصوى F_{max} المطبقة في هذه التجربة:

$$\sigma_c = \frac{F_{max}}{S} \Rightarrow F_{max} = S \cdot \sigma_c = 150 \times 400 \Rightarrow F_{max} = 60000 \text{ N}$$