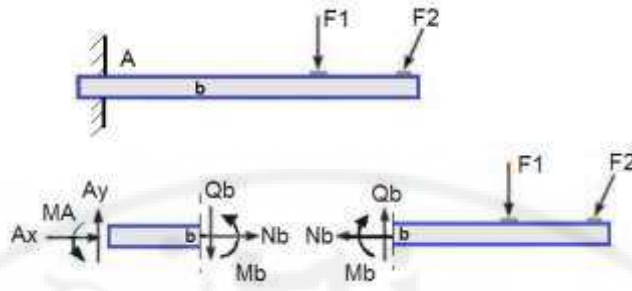


حساب القوى الداخلية في نقطة من جانز



لحساب القوى الداخلية في المقطع المار من النقطة b نقطع الظفر المبين عند b وندرس توازن أحد الجزأين المقطوعين حيث نضع القوى الداخلية عند نقطة القطع كما هو مبين وهي:

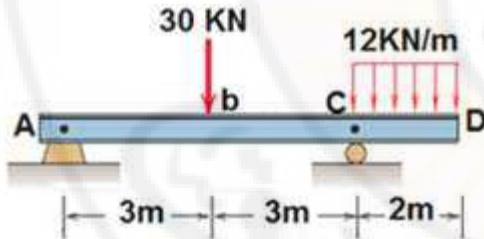
- قوة ينطبق حاملها على محور العنصر تسمى قوة محورية أو ناظرية (متعامدة على المقطع العرضي للعنصر الإنشائي)

- قوة يتعامد حاملها على محور العنصر تسمى قوة قاصة (تقع في مستوي المقطع العرضي للعنصر الإنشائي)

- عزم يسمى عزم انعطاف

حيث معادلات التوازن

$$\Sigma F_X = 0 \quad \Sigma F_Y = 0 \quad \Sigma$$

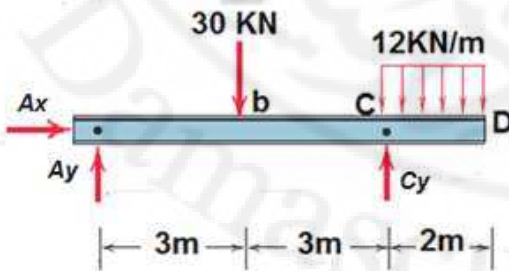


□ يطلب حساب القوى الداخلية في النقطة

والتي تقع يمين المسند مباشرة والنقطة

□ الحل:

□ نرسم مخطط الجسم الطليق ونحسب ردود الأفعال



Σ

Σ

Σ

(6)

ونضع القوى الداخلية b نقطع الجانز عند النقطة b لحساب القوى الداخلية في النقطة

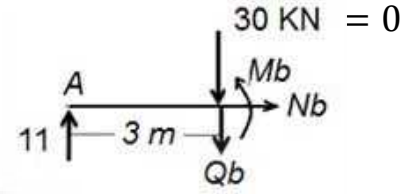
ونكتب معادلات التوازن لأحد الجزأين المقطوعين Nb



$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow 11 - 30 - Q_b = 0$$

$$\rightarrow Q_b = -19 \text{ KN}$$

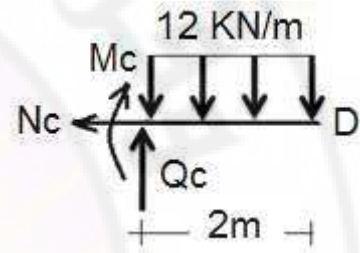
$$\Sigma M = 0 \rightarrow 11 \times 3 - M_b = 0 \rightarrow M_b = 33 \text{ KN.m}$$



C حساب القوى الداخلية يمين النقطة

$$\Sigma V = 0 \rightarrow Q_c - 12 \times 2 = 0 \rightarrow Q_c = 24 \text{ KN}$$

$$\Sigma M = 0 \rightarrow 12 \times 2 \times 1 + M_c = 0 \rightarrow M_c = -24 \text{ KNm}$$

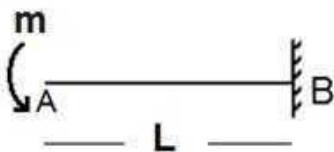


رسم مخططات القوى الداخلية للجوائز المقررة

الخطوات:

- ١- نحسب ردود الأفعال
 - ٢- نحدد المجالات
 - ٣- ندرس أي مجال بإجراء قطع في نقطة منه ونفرض بعدها عن أحد طرفيه X
- ونضع القوى الداخلية باتجاهاتها الموجبة ونطبق معادلات التوازن فنحصل على توابع القوى الداخلية $N(x)$, $Q(x)$, $M(x)$

دراسة الظفر



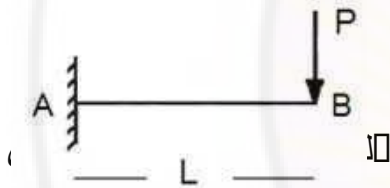
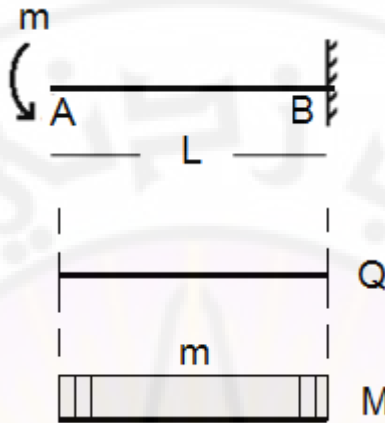
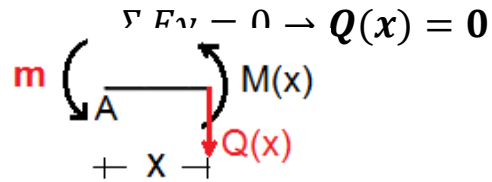
يطلب رسم مخطط القص ومخطط العزم

للجائز الظفري المبين بالشكل

الحل: لدينا مجال واحد [AB] نوجد تابع القص وتابع العزم له:

$$M = 0 \rightarrow m + M(x) = 0$$

$$\rightarrow M(x) = -m$$



يطلب رسم مخطط القص ومخطط العزم

□ نوجد تابع القص وتابع العزم له: [AB] الحل: لدينا مجال واحد

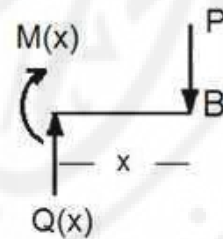
$$\Sigma Fy = 0 \rightarrow Q(x) + P = 0$$

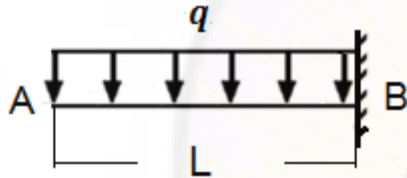
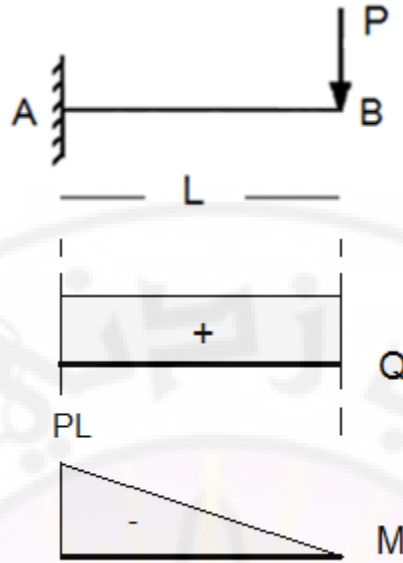
$$\rightarrow Q(x) = -P$$

$$\Sigma M = 0 \rightarrow Px + M(x) = 0$$

$$\rightarrow M(x) = -Px$$

$$x = 0 \rightarrow M = 0 \quad , \quad x = L \rightarrow M = -PL \quad \square$$





يطلب رسم مخطط القص ومخطط العزم

للجائز الظفري المبين بالشكل

الحل: لدينا مجال واحد [AB] نوجد تابع القص وتابع العزم له:

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow Q(x) + qx = 0$$

$$\rightarrow Q(x) = -qx$$

$$x = 0 \rightarrow Q = 0$$

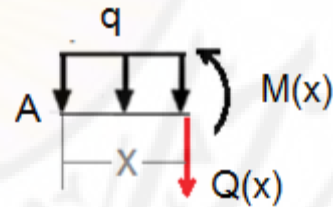
$$x = L \rightarrow Q = -qL$$

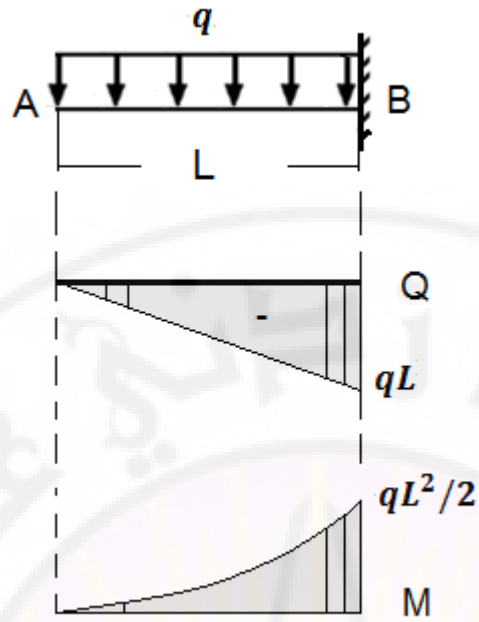
$$\Sigma M = 0 \rightarrow q \cdot x \cdot x/2 + M(x) = 0$$

$$\rightarrow M(x) = -qx^2/2$$

$$x = 0 \rightarrow M = 0$$

$$x = L \rightarrow M = -qL^2/2$$



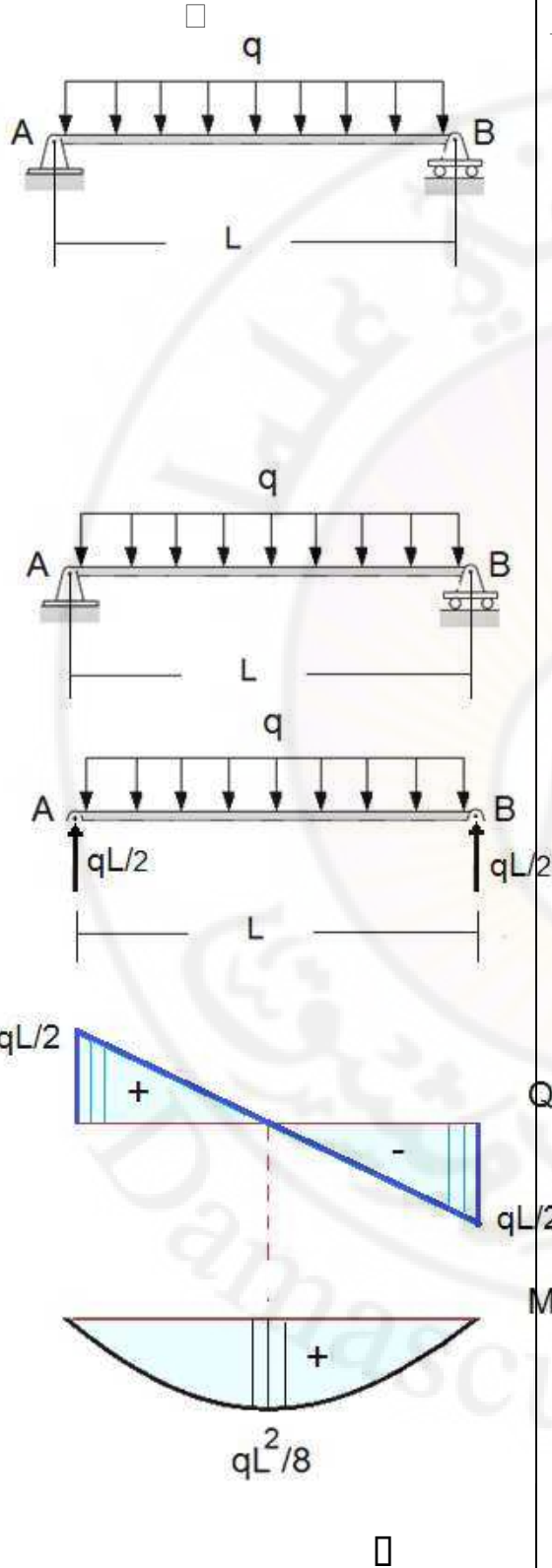


□

□



□ دراسة الجانز البسيط



مسألة: يطلب رسم مخطط القص ومخطط

العزم للجانز البسيط المبين

□ نحسب ردود الأفع

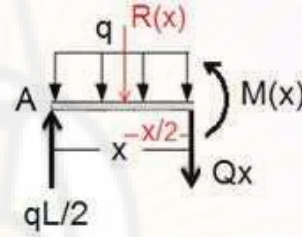
$$MB = 0 \rightarrow A_Y(L)$$

$$- qL\left(\frac{L}{2}\right) = 0 \quad \square$$

$$\rightarrow A_Y = qL/2 \rightarrow B_Y = qL/2$$

نوجد تابع القص [AB] الحل: لدينا مجال واحد

□ وتابع العزم له:



$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow$$

$$Q(x) = \frac{qL}{2} - qx$$

$$x = 0 \rightarrow Q = \frac{qL}{2}$$

$$x = L \rightarrow Q = -\frac{qL}{2}$$

$$Q(x) = 0 \rightarrow x = \frac{L}{2}$$

$$\Sigma M = 0 \rightarrow$$

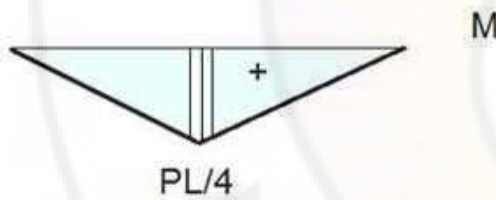
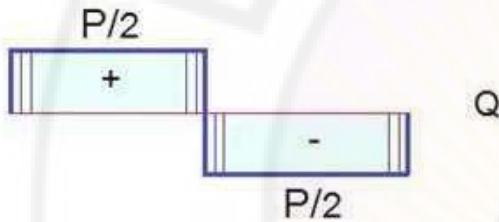
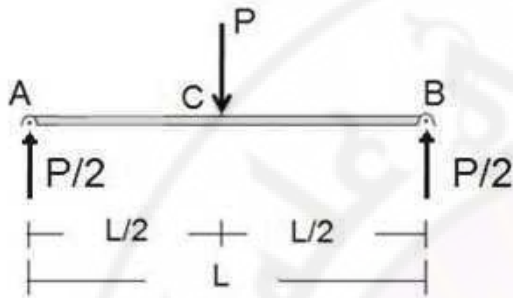
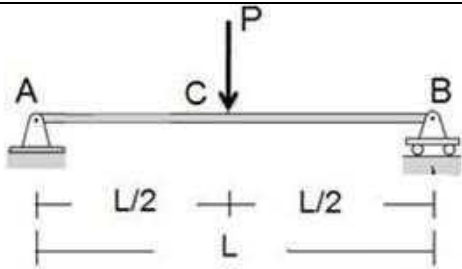
$$M(x) = \frac{qL}{2}x - qx^2/2$$

$$x = 0 \rightarrow M = 0$$

$$x = L \rightarrow M = 0$$

$$= \frac{L}{2} \rightarrow M_{max} = \frac{qL^2}{8} \quad \square$$





مسألة: يطلب رسم مخطط القص ومخطط الع

للجائز البسيط المبين

نحسب ردود الأفع

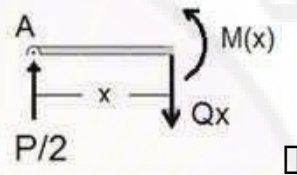
$$MB = 0 \rightarrow A_Y(L)$$

$$- P\left(\frac{L}{2}\right) = 0$$

$$A_Y = P/2 \rightarrow B_Y = P/2$$

الحل: لدينا مجالين

[AB] المجال الأول



$$F_Y = 0 \rightarrow$$

$$(x) = \frac{P}{2}$$

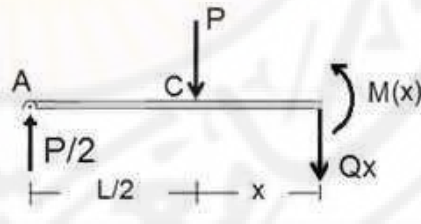
$$\Sigma M = 0 \rightarrow$$

$$M(x) = \frac{P}{2}x$$

$$= 0 \rightarrow M = 0$$

$$= L/2 \rightarrow M = PL/4$$

[CB] المجال الثاني



$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow$$

$$Q(x) = \frac{-P}{2}$$

$$\Sigma M = 0 \rightarrow$$

$$M(x) = \frac{P}{2}\left(\frac{L}{2} + x\right) - Px$$

$$x = 0 \rightarrow M = PL/4$$

$$x = L/2 \rightarrow M = 0$$

□

مسألة: يطلب رسم مخطط القص ومخطط العزم للجائز البسيط المبين:

□ **نحسب ردود الأفعال**

$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow A_Y(L) - Pb = 0 \quad \square$$

$$\rightarrow A_Y = \frac{Pb}{L} \rightarrow B_Y = \frac{Pa}{L}$$

□ **الحل:** لدينا مجالين

□ **المجال الأول [AB]**

□

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow Q(x) = \frac{Pb}{L} \quad \square$$

$$\Sigma M = 0 \rightarrow M(x) = \frac{Pb}{L}x$$

$x = 0 \rightarrow M = 0$

$x = a \rightarrow M = \frac{Pab}{L} \quad \square$

المجال الثاني [CB]

□

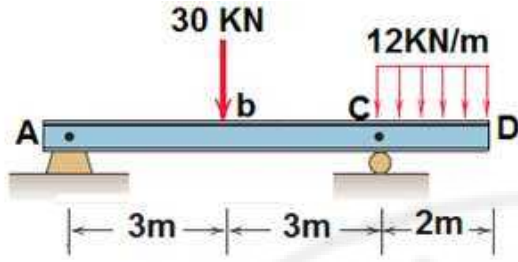
$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow Q(x) = \frac{Pb}{L} - P = -\frac{Pa}{L}$$

$$\Sigma M = 0 \rightarrow$$

$$M(x) = \frac{Pb}{L} (a + x) - px \quad \square$$

$$x = 0 \rightarrow \square$$

$$M = Pab/L \quad \square$$



مسألة:
يطلب رسم مخطط القص والعزم
للجائز المبين في الشكل

الحل:

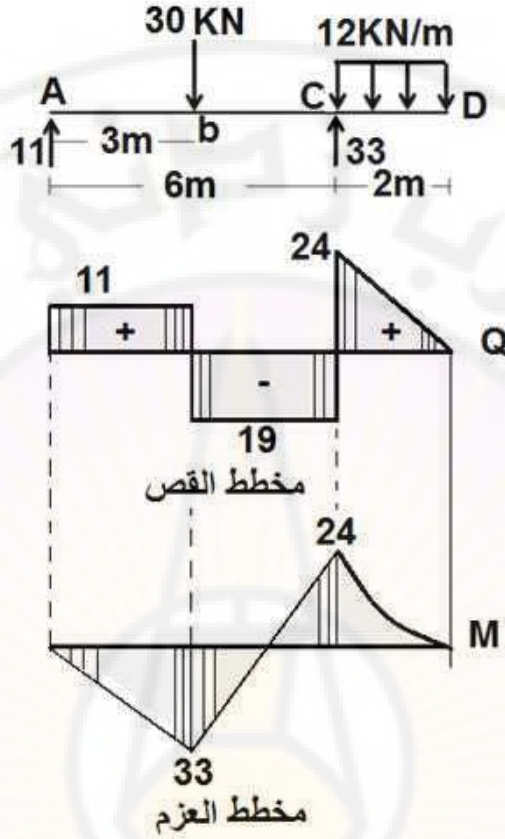
نحسب ردود الأفعال وقد تم حسابها في المسألة السابقة

$$A_X = 0 \quad A_Y = 11 \text{ KN} \quad C_Y = 43 \text{ KN}$$

نقطع الجائز في المجال المدروس ونضع $Q(x)$, $M(x)$ ونكتب معادلات التوازن بدلالة x

دراسة جميع المجالات

المجال AB	المجال bC	المجال DC
$\Sigma F_y = 0 \rightarrow$ $11 - Q_x = 0 \rightarrow$ $Q_x = 11 \text{ KN}$ $\Sigma M = 0 \rightarrow$ $11 * x - M_x = 0$ $M_x = 11x$ $x = 0 \quad M = 0$ $x = 3 \quad M = 33 \text{ KNm}$	$\Sigma F_y = 0 \rightarrow$ $11 - 30 - Q_x = 0$ $\rightarrow Q_x = -19 \text{ KN}$ $\Sigma M = 0 \rightarrow$ $11 * (3 + x) - 30x$ $-M_x = 0 \rightarrow$ $M_x = 33 - 19x$ $x = 0 \quad M = 33 \text{ KNm}$ $x = 3 \quad M = -24 \text{ KNm}$	$\Sigma F_y = 0 \rightarrow$ $Q_x - 12 * x = 0$ $\rightarrow Q_x = 12 * x$ $x = 0 \rightarrow Q = 0$ $x = 2 \rightarrow Q = 24$ $\Sigma M = 0 \rightarrow$ $12x * x/2 + M_c = 0$ $M_x = -6x^2$ $x = 0 \quad M = 0$ $x = 2 \quad M = -24 \text{ knm}$



الجوائز المركبة المقررة

مسألة : دورة أولى ٢٠١٩-٢٠٢٠

للجائز المستمر المقرر يطلب :

- ١- إيجاد ردود الأفعال
- ٢- رسم مخططات القوى الداخلية

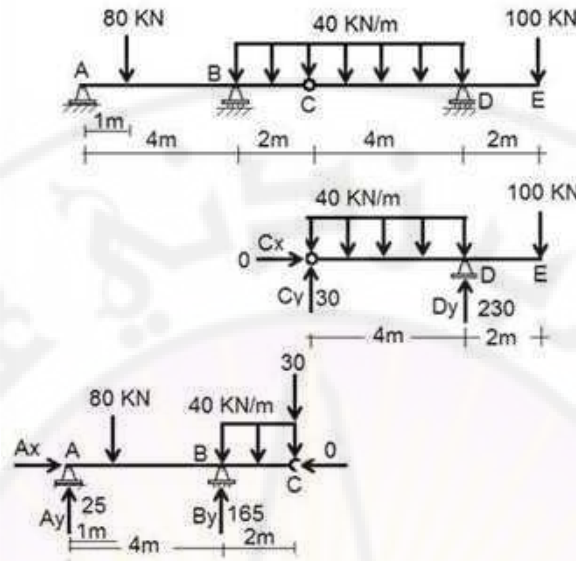
Q, M

لحل: يتألف الجائز من جائز رئيسي وجائز ثانوي

- الجائز CDE جائز ثانوي ينقل حملاته إلى الجائز الثانوي عبر المفصل C
- الجائز الرئيسي ABC\

حساب ردود الأفعال

نبدأ بالجائز الثانوي



الجائز CDE (ثانوي)

نرسم مخطط الجسم الطليق ونطبق معادلات التوازن

$$\Sigma F_X = 0 \rightarrow C_X = 0$$

$$\Sigma M_C = 0 \rightarrow 100 \times 6 + 40 \times 4 \times 2 - D_y \times 4 = 0$$

$$\rightarrow D_y = 230 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow -C_y + D_y - 100 - 40 \times 4 = 0$$

$$\rightarrow C_y = 30 \text{ KN}$$

الجائز ABC

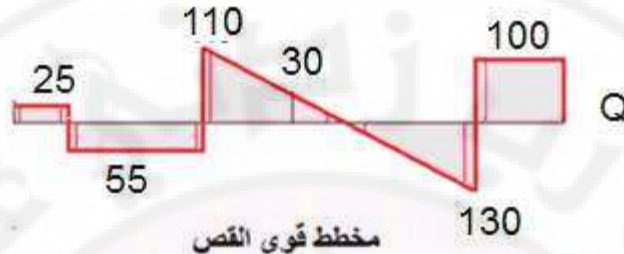
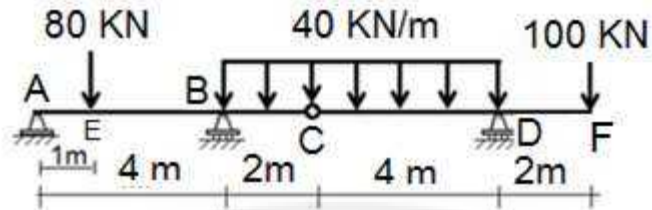
$$\Sigma F_X = 0 \rightarrow A_X = 0$$

$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow 30 \times 6 + 40 \times 2 \times 5 + 80 \times 1 - B_y \times 4 = 0$$

$$\rightarrow B_y = 165 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow A_y + B_y - 80 - 30 - 40 \times 2 = 0$$

$$\rightarrow A_y = 25 \text{ KN}$$



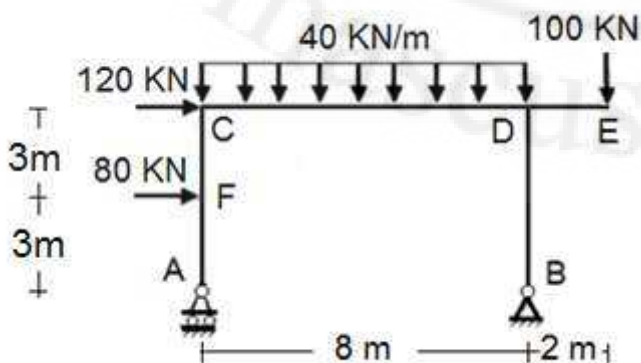
$$M_A = 0 \quad M_E = 25 \times 1 = 25 \quad M_B = 25 \times 4 - 80 \times 3 = -140 \quad \square$$

$$M_D = -100 \times 2 = -200 \quad \square$$

حساب M_{max}

$$X_{max} = \frac{30}{40} = 0.75 \quad M_{max} = 30 \times 0.75 - 40 \times 0.75 \times \frac{0.75}{2} = 11.25 \text{ KN.m} \quad \square$$

الإطارات المقررة



مسألة : دورة ٢٠١٨-٢٠١٩ ف١

للإطار البسيط المقرر المبين يطلب:

- ١- إيجاد ردود الأفعال
- ٢- رسم مخططات القوى الداخلية

N , Q , M

الحل:

حساب ردود الأفعال

نرسم مخطط الجسم الطليق ونطبق معادلات التوازن

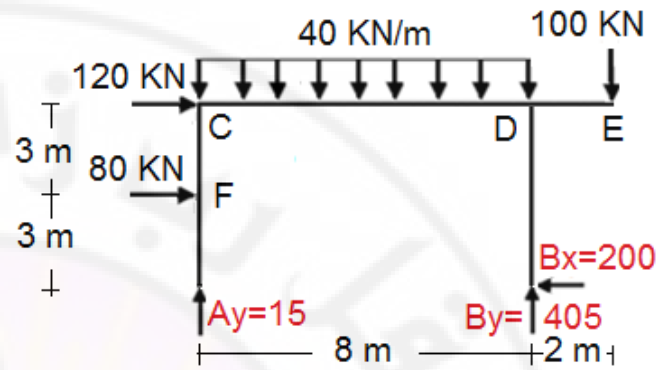
$$\Sigma F_X = 0 \rightarrow B_X = 200 \text{ KN}$$

$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow 80 \times 3 + 120 \times 6 + 40 \times 8 \times 4 + 100 \times 10 = 0$$

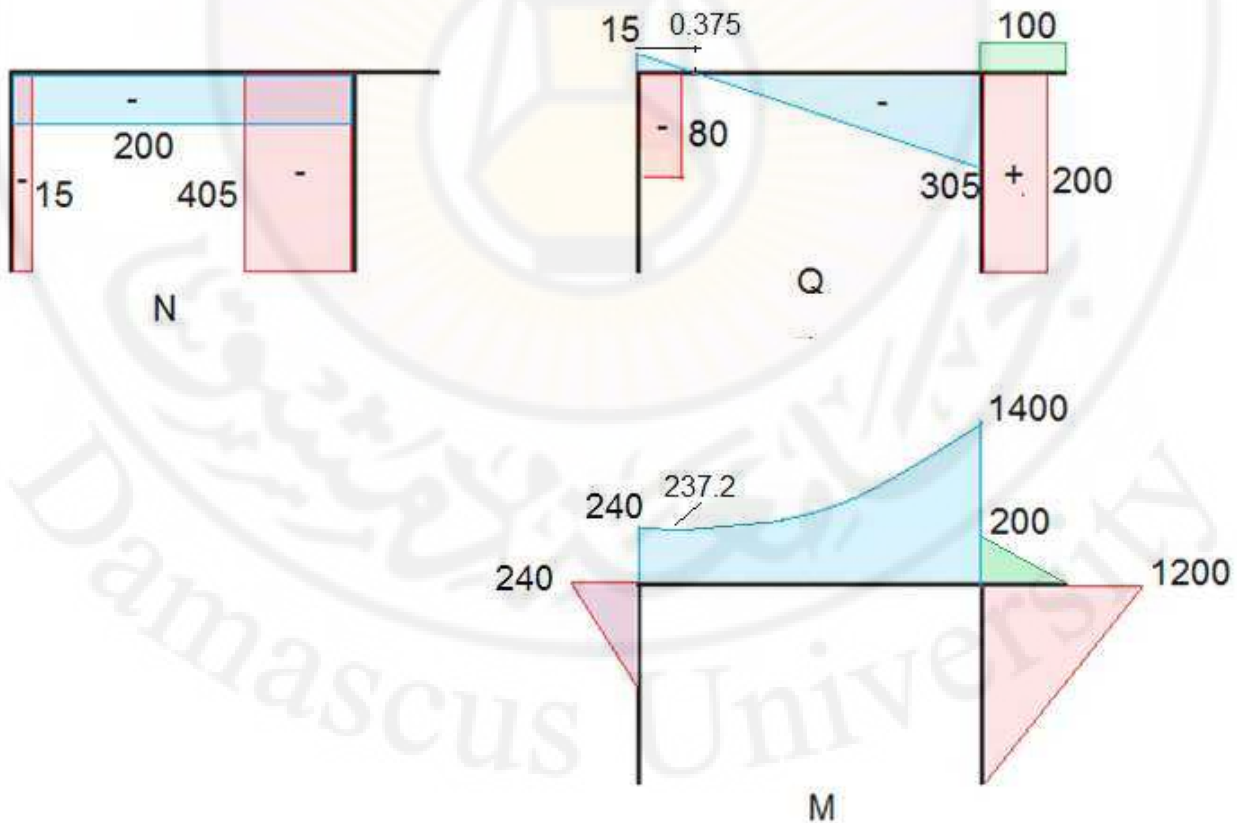
$$\rightarrow B_Y = 405 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow A_Y + B_Y - 40 \times 8 - 100 = 0$$

$$\rightarrow A_Y = 15 \text{ KN}$$



نرسم مخططات القوى الداخلية



□

مسألة : دورة ثالثة ٢٠١٨-٢٠١٩

للإطار البسيط المقرر المبين يطلب:

- ١- إيجاد ردود الأفعال
- ٢- رسم مخططات القوى الداخلية

N , Q , M

الحل:

حساب ردود الأفعال

نرسم مخطط الجسم الطليق ونطبق معادلات التوازن

$$\Sigma F_X = 0 \rightarrow D_X = 150 \text{ KN}$$

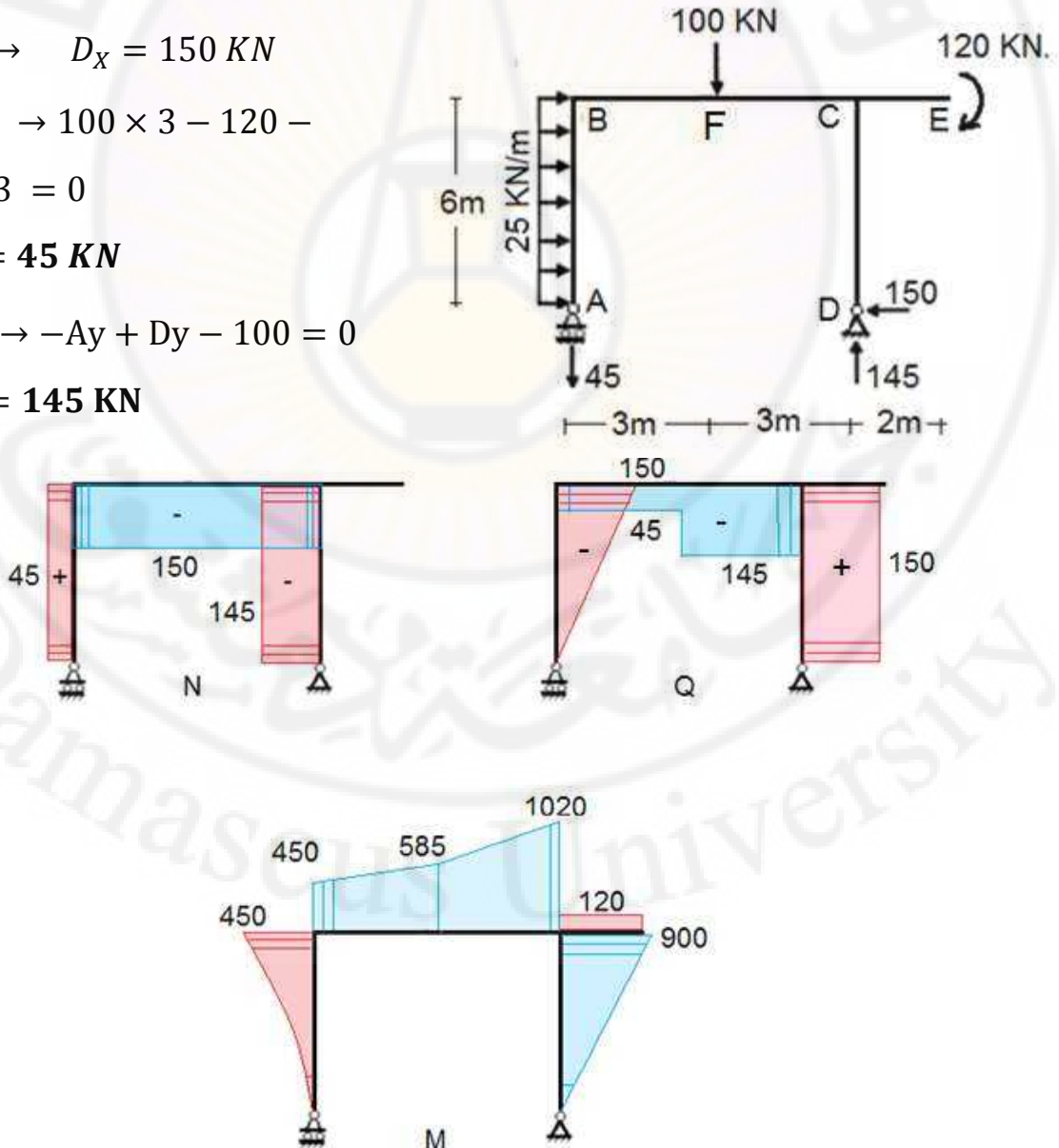
$$\Sigma M_D = 0 \rightarrow 100 \times 3 - 120 -$$

$$25 \times 6 \times 3 = 0$$

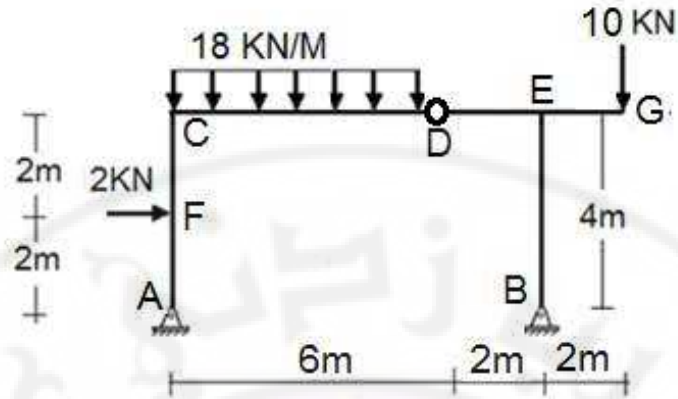
$$\rightarrow A_y = 45 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow -A_y + D_y - 100 = 0$$

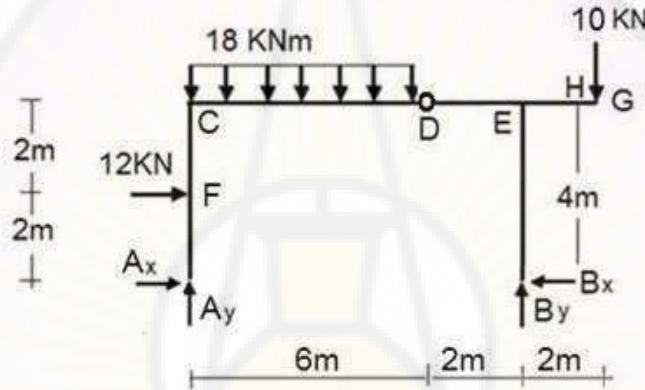
$$\rightarrow D_Y = 145 \text{ KN}$$



سألة : يطلب رسم مخططات القوى الداخلية للآطار المبين في الشكل.



حساب ردود الأفعال



$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow 12 \times 2 + 18 \times 6 \times 3 + 10 \times 10 - B_Y(8) = 0$$

$$\rightarrow B_Y = 56 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_Y = 0 \rightarrow A_Y + B_Y - 18 \times 6 - 10 = 0$$

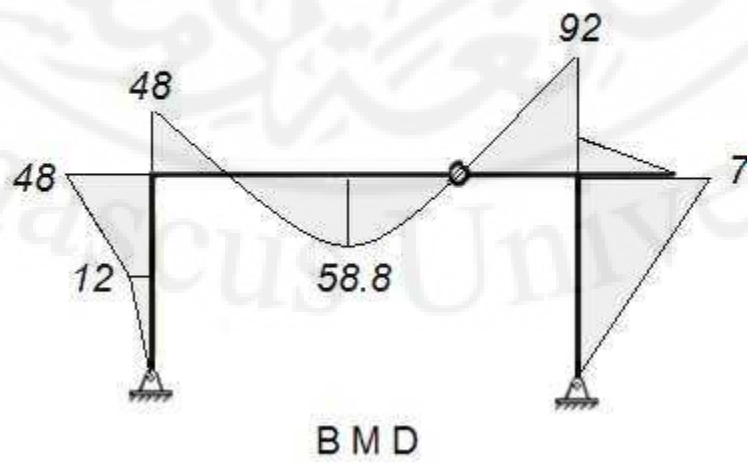
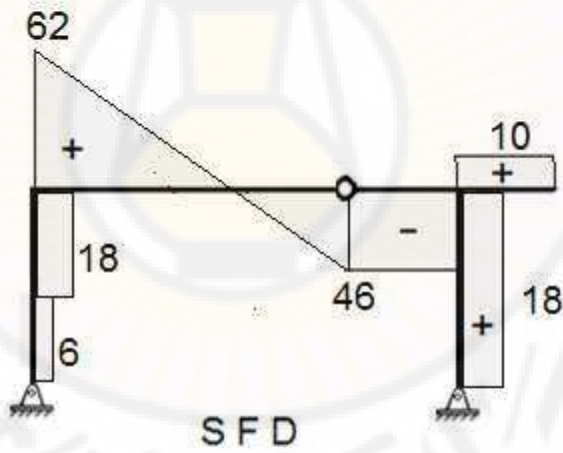
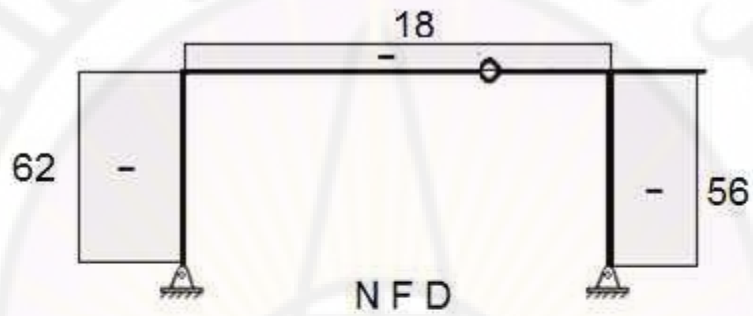
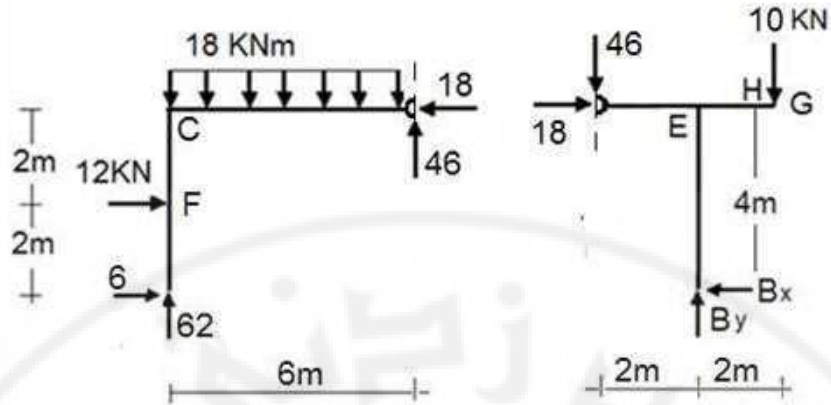
$$\rightarrow A_Y = 62 \text{ KN}$$

$$\Sigma M_D = 0 \rightarrow B_Y(2) - B_X(4) - 10 \times 4 = 0 \rightarrow$$

$$B_X = 18 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_X = 0 \rightarrow 12 + A_X - B_X = 0$$

$$\rightarrow A_X = 6 \text{ KN} \square$$



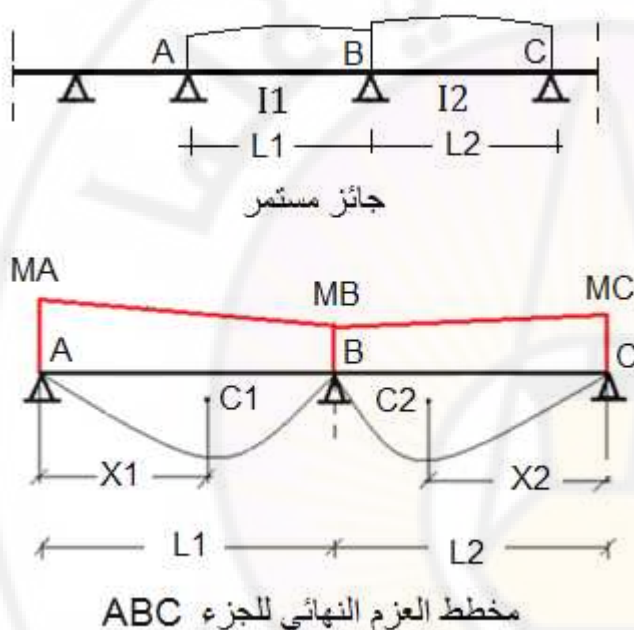
حساب الجوائز المستمرة بطريقة الغزوم الثلاثة

تستخدم معادلة العزوم الثلاثة بشكل عام في حل الجوائز المستمرة

تستنتج معادلة العزوم الثلاثة من شرط تساوي زاوية الدوران في النقطة التي تقع يمين المسند B مباشرة وزاوية

الدوران في النقطة التي تقع يسار المسد B مباشرة $\varphi_{B_L} = \varphi_{B_R}$

B معادلة العزوم الثلاثة للمسند الوسطى



$$M_A \left(\frac{L_1}{I_1} \right) + 2M_B \left(\frac{L_1}{I_1} + \frac{L_2}{I_2} \right) + M_C \left(\frac{L_2}{I_2} \right) = -6 \left(\frac{A_1 X_1}{L_1 I_1} + \frac{A_2 X_2}{L_1 I_1} \right) \square$$

$$V_{BL} = \frac{A_1 X_1}{L_1 I_1} \quad V_{BR} = \frac{A_2 X_2}{L_2 I_2}$$

□ في حالة تناظر مخطط العزم

$$V_{BL} = \frac{A_1}{2I_1} \quad V_{BR} = \frac{A_2}{2I_2}$$

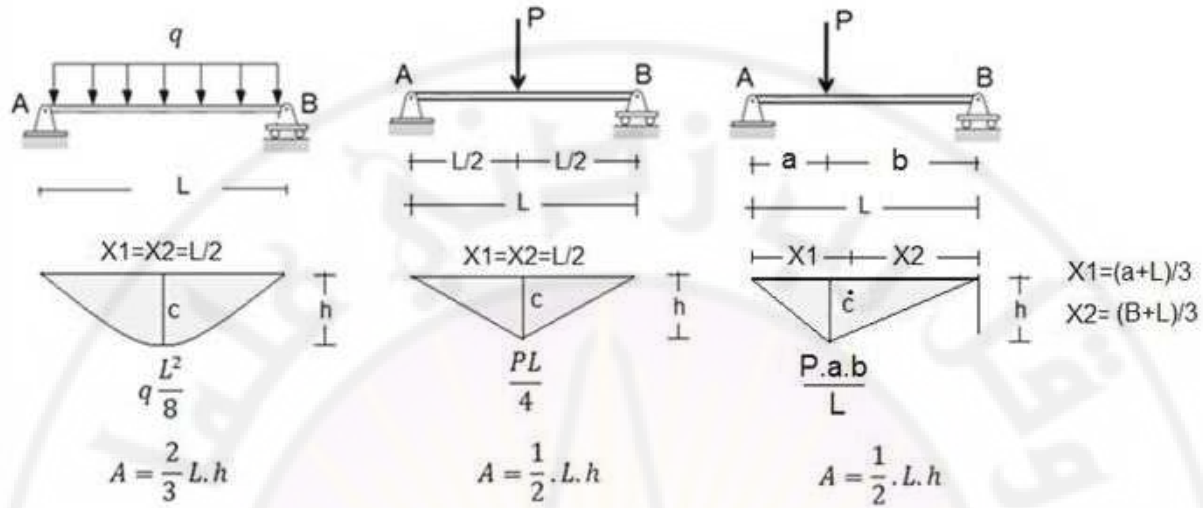
A_1 مساحة مخطط العزم الناتج من تأثير الحمولات على الفتحة اليسارية باعتبارها جائز بسيط

A_2 مساحة مخطط العزم الناتج من تأثير الحمولات على الفتحة اليمينية باعتبارها جائز بسيط

X_1 بعد مركز المساحة A_1 عن المسند اليساري

X_2 بعد مركز المساحة A_2 عن المسند اليميني

□ يبين الشكل مخططات العزوم من أجل بعض حالات التحميل



مسألة : يطلب رسم مخطط عزم للجائز المبين.

□ الحل: الجائز غير مقرر من الدرجة الأولى

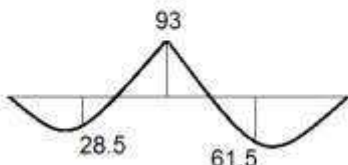
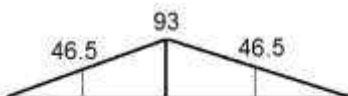
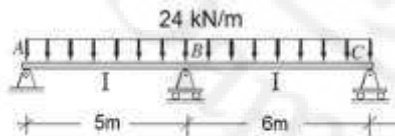
□ الحل: الجائز غير مقرر من الدرجة الأولى:

□ معادلة العزوم الثلاثة:

نطبق معادلة العزوم الثلاثة للمسند الوسطي B

$$M_A \left(\frac{L_1}{I_1} \right) + 2M_B \left(\frac{L_1}{I_1} + \frac{L_2}{I_2} \right) + M_C \left(\frac{L_2}{I_2} \right) = -6 \left(\frac{A_1 X_1}{L_1 I_1} + \frac{A_2 X_2}{L_1 I_1} \right)$$

$$A_1 = \frac{2}{3} \times 6 \times 75 = 250, \quad A_2 = \frac{2}{3} \times 6 \times 108 = 432$$



بالتعويض والاختصار على I

$$M_A(5) + 2M_B(5 + 6) + M_C(6) =$$

$$-6 \left(\frac{250 \times 2.5}{5} + \frac{432 \times 3}{6} \right)$$

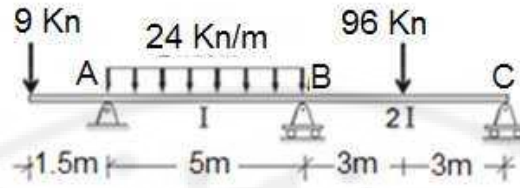
$$22M_B = -2046 \text{ KN.m} \rightarrow M_B = -93 \text{ KNm}$$

$$M_{AB} = -46.5 + 75 = 28.5 \text{ KN.m}$$

$$M_{BC} = -46.5 + 108 = 61.5 \text{ KNm}$$

مسألة ١

يطلب رسم مخطط عزم الانعطاف ورسم مخطط القص وحساب ردود الأفعال للجائز المبين.



الحل: الجائز غير مقرر من الدرجة الأولى:

المجاهيل M_B

$$M_A = -PL = -9 \times 1.5 = -13.5 \text{ KN.m}$$

نطبق معادلة العزوم الثلاثة للمسند الوسطي B

$$A_1 = \frac{2}{3} \times 5 \times 75 = 250$$

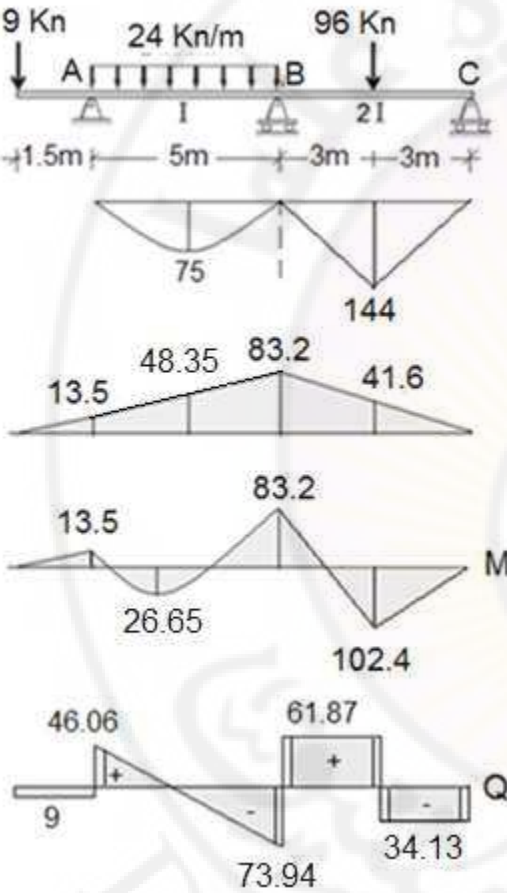
$$A_2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 144 = 432 \square$$

$$M_A \left(\frac{L_1}{I_1} \right) + 2M_B \left(\frac{L_1}{I_1} + \frac{L_2}{I_2} \right) + M_C \left(\frac{L_2}{I_2} \right) = -6 \left(\frac{A_1 X_1}{L_1 I_1} + \frac{A_2 X_2}{L_2 I_2} \right) \square$$

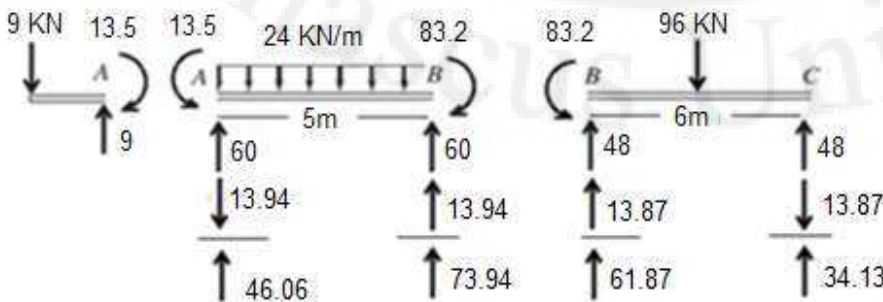
$$M_A \left(\frac{6}{I} \right) + 2M_B \left(\frac{5}{I} + \frac{6}{2I} \right) + M_C \left(\frac{6}{2I} \right) = -6 \left(\frac{250 \times 2.5}{5I} + \frac{432 \times 3}{6(2I)} \right)$$

$$-13.5(5) + 16M_B = -1398$$

$$16M_B = -1330.5 \rightarrow M_B = -83.2 \text{ KN.m}$$



حساب القص وردود الأفعال



لحساب القص في كل فتحة نحسب القص من تأثير الحمولات ومن تأثير عزوم المساند كل على حدى

الفتحة AB

$$\frac{qL}{2} = 24 \times \frac{5}{2} = 60 \text{ KN} \quad \frac{\Delta M}{l} = \frac{83.2 - 13.5}{5} = 13.9 \text{ KN}$$

$$\rightarrow Q_{AR} = 60 - 13.9 = 46.1 \text{ KN} \quad Q_{BL} = 60 + 13.9 = 73.9 \text{ KN}$$

الفتحة BC

$$\frac{P}{2} = \frac{96}{2} = 48 \quad \frac{\Delta M}{l} = \frac{83.2}{6} = 13.9 \text{ KN}$$

$$\rightarrow Q_{BR} = 48 + 13.9 = 61.9 \text{ KN} \quad Q_{CL} = 48 - 13.9 = 34.1 \text{ KN}$$

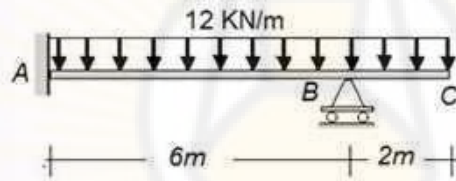
حساب ردود الأفعال:

$$R_A = 9 + 46.06 = 55.06 \text{ KN}$$

$$R_B = 73.94 + 61.87 = 135.81 \text{ KN} \quad R_C = 34.13 \text{ KN}$$

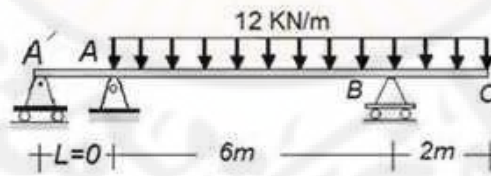
مسألة ٢:

يطلب رسم مخطط عزوم الانعطاف للجائز المبين $EI = \text{const}$.



الحل:

نستبدل الوثاقة بجائز بسيط مجازه $L = 0$ كما هو مبين



الجائز غير مقرر من الدرجة الأولى

$$M_B = -12 \times 2 \times 1 = -24 \text{ KN.m}$$

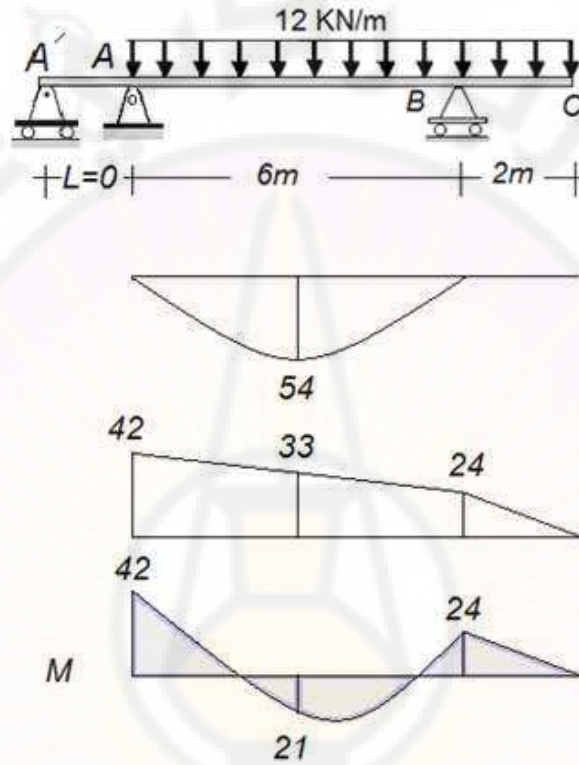
نطبق معادلة العزوم الثلاثة للمسند الوسطي

$$A1 = 0 \quad A2 = \frac{2}{3} \times 6 \times 54 = 216$$

$$0 + 2M_A(0 + 6) + M_B(6) = -6(0 + 108)$$

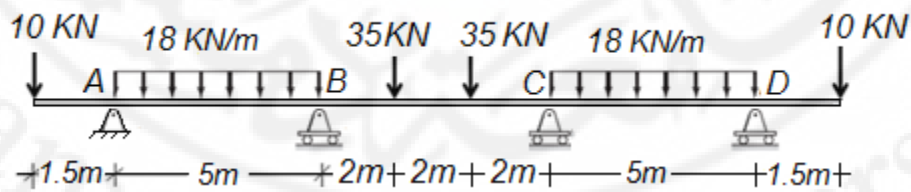
$$12M_A = -504 \rightarrow M_A = -42$$

$$\frac{M_{AB}}{2} = -27 + 54 = 27 \text{ KN.m}$$



مسألة ٣

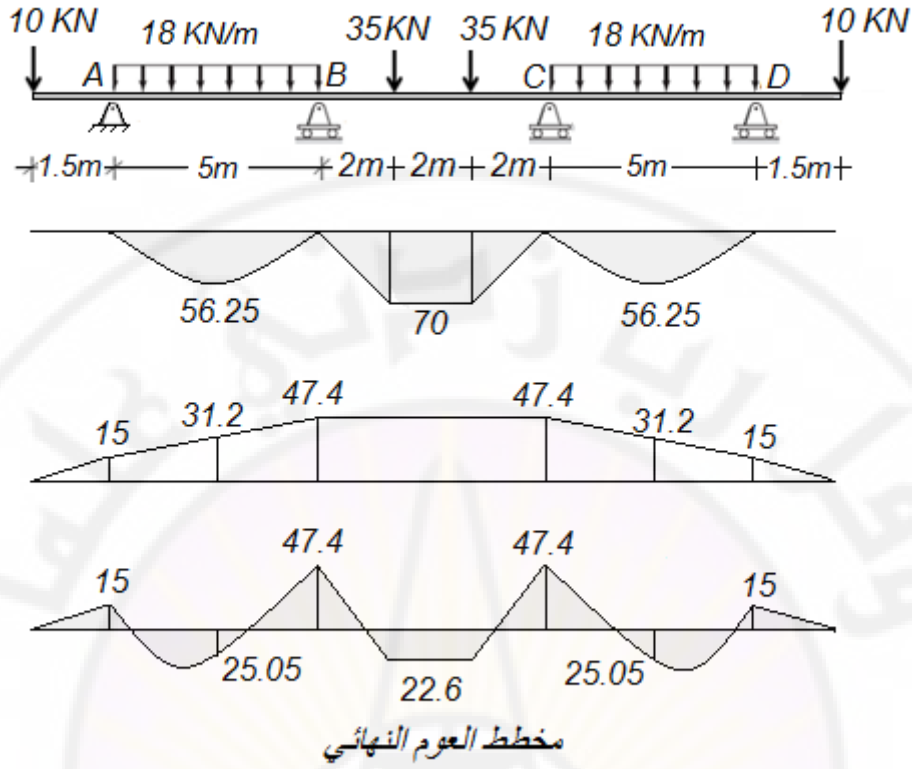
يطلب رسم مخطط عزم $EI = \text{const}$



الحل:

الجائز غير مقرر من الدرجة الثانية وبسبب التناظر لدينا $M_B = M_C$

□ المجاهيل M_B , M_C



نطبق معادلة العزوم الثلاثة للمسدن الوسطي B

$$M_A \left(\frac{L_1}{I_1} \right) + 2M_B \left(\frac{L_1}{I_1} + \frac{L_2}{I_2} \right) + M_C \left(\frac{L_2}{I_2} \right) = -6 \left(\frac{A_1 X_1}{L_1 I_1} + \frac{A_2 X_2}{L_2 I_2} \right)$$

$$M_A = -PL = -10 \times 1.5 = -15 \text{ KN.m}$$

$$A_1 = \frac{2}{3} \times 5 \times 56.25 = 187.5 \quad A_2 = \frac{6+2}{2} \times 70 = 280$$

$$M_A \left(\frac{5}{I} \right) + 2M_B \left(\frac{5}{I} + \frac{6}{I} \right) + M_C \left(\frac{6}{I} \right) = -6 \left(\frac{187.5 \times 2.5}{5 \times I} + \frac{280 \times 3}{6 \times I} \right)$$

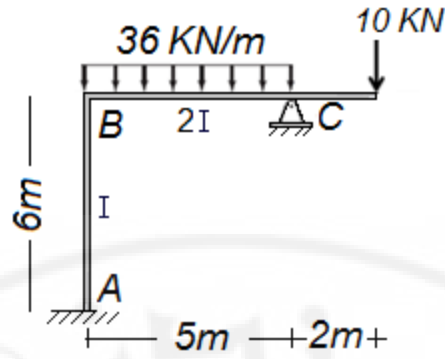
$$5(-15) + 22M_B + 6M_C = -1402.5$$

$$M_B = M_C \rightarrow 28M_B = -1327.5 \rightarrow M_B = -47.4, \quad M_C = -47.4$$

بعد حساب المجاهيل نرسم مخطط عزوم المساند ونجمعه مع مخطط عزوم الفتحات فنحصل على مخطط العزم النهائي □

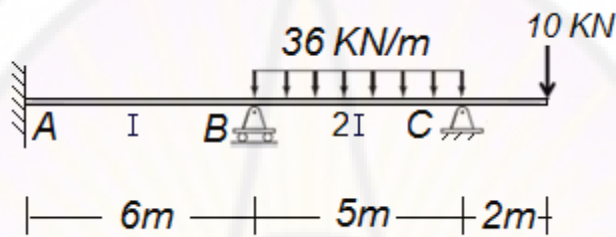
مسألة ٢

يطلب رسم مخطط عزم الانعطاف للإطار المبين في الشكل:

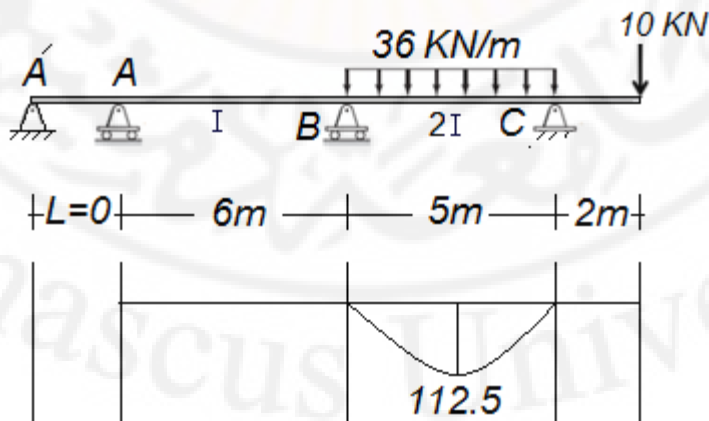
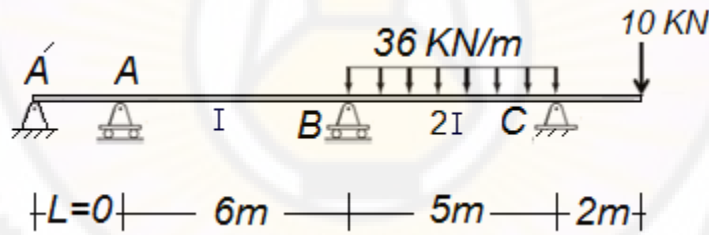


الحل :

بما أن العقدة B غير قابلة للانزياح فيكون حل الإطار مشابه تماما لحل الجانز المبين



نستبدل الوثاقة بجانز بسيط مجازة $L=0$



نطبق معادلة العزوم الثلاثة للمسدن الوسطي A

$$A_1 = 0 \quad A_2 = 0 \quad \square$$

$$0 + 2M_A \left(0 + \frac{6}{I}\right) + M_B \left(\frac{6}{I}\right) = 0 \rightarrow 12M_A + 6M_B = 0 \dots (1)$$

نطبق معادلة العزوم الثلاثة للمسدن الوسطي B

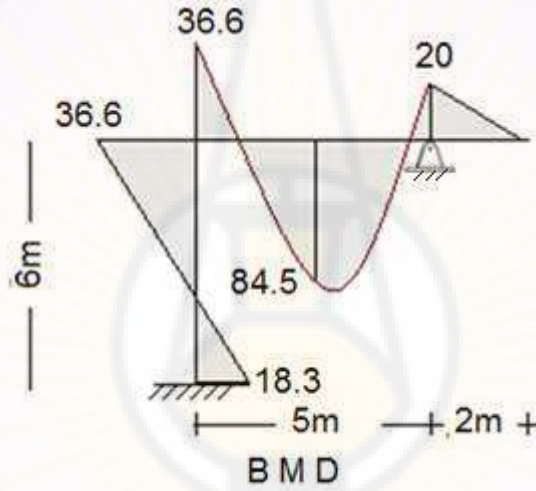
$$A_1 = 0 \quad A_2 = \frac{2}{3} \times 5 \times 112.5 = 375$$

$$M_A \frac{(6)}{I} + 2M_B \left(\frac{6}{I} + \frac{5}{2I}\right) + M_C \left(\frac{5}{2I}\right) = -6 \left(0 + \frac{375 \times 2.5}{5 \times 2I}\right)$$

$$6M_A + 17M_B + (-20) \times 2.5 = -562.5 \rightarrow 6M_A + 17M_B = -512.5 \dots (2)$$

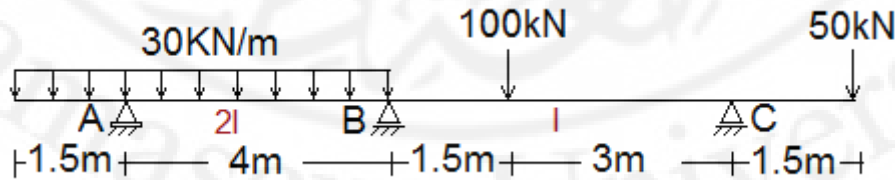
بحل المعادلتين 1,2 نجد أن

$$M_A = 18.3, \quad M_B = -36.6$$



□ مسألة دورة

للجائز المستمر المبين - مع الانتباه لتغير عطالات عناصره - وباستخدام طريقة العزوم الثلاث :
يطلب رسم مخطط عزم الانعطاف النهائي .



الحل:

الجائز غير مقرر من الدرجة الأولى

$$M_A = -30 \times 1.5 \times \frac{1.5}{2} = -33.75 \text{ kN.m} \quad M_C = -50 \times 1.5 = -75 \text{ kN.m}$$

$$\frac{qL^2}{8} = \frac{30 \times 4^2}{8} = 60 \quad , \quad \frac{Pab}{L} = 100 \times \frac{1.5 \times 3}{4.5} = 100 \text{ kN.m}$$

نطبق معادلة العزوم الثلاثة للمسند الوسطي B

$$M_A \left(\frac{L_1}{I_1} \right) + 2M_B \left(\frac{L_1}{I_1} + \frac{L_2}{I_2} \right) + M_C \left(\frac{L_2}{I_2} \right) = -6 \left(\frac{A_1 X_1}{L_1 I_1} + \frac{A_2 X_2}{L_2 I_2} \right)$$

$$A_1 = \frac{2}{3} \times 60 \times 4 = 160 \quad A_2 = \frac{1}{2} \times 4.5 \times 100 = 225$$

$$M_A \frac{(4)}{2I} + 2M_B \left(\frac{4}{2I} + \frac{4.5}{I} \right) + M_C \left(\frac{4.5}{I} \right) = -6 \left(\frac{160 \times 2}{4 \times 2I} + \frac{225 \times 2.5}{4.5I} \right)$$

$$2(-33.75) + 13M_B + 4.5(-75) = -990$$

$$13M_B = -585 \rightarrow M_B = -45 \text{ kN.m}$$

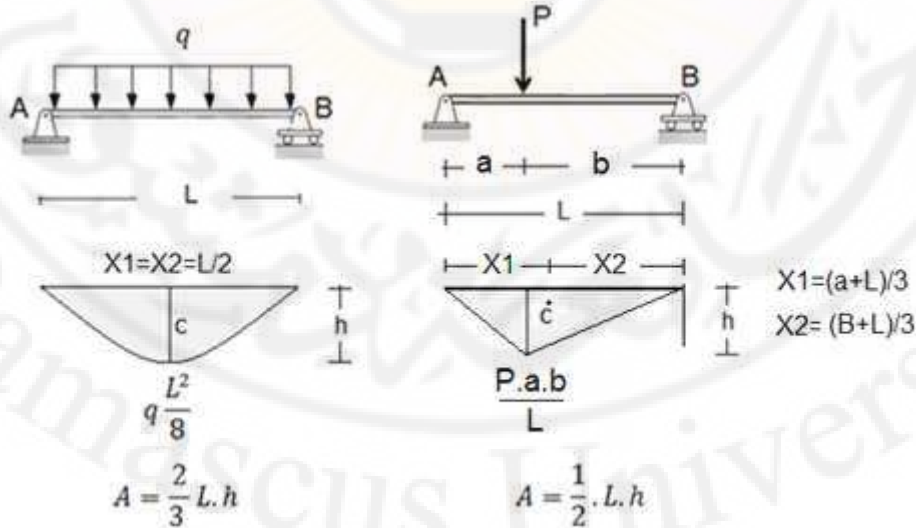
بعد حساب المجاهيل نرسم مخطط عزوم المساند ونجمعه مع مخطط عزوم الفتحات فنحصل على مخطط العزم النهائي

العزم في منتصف الفتحة الأولى

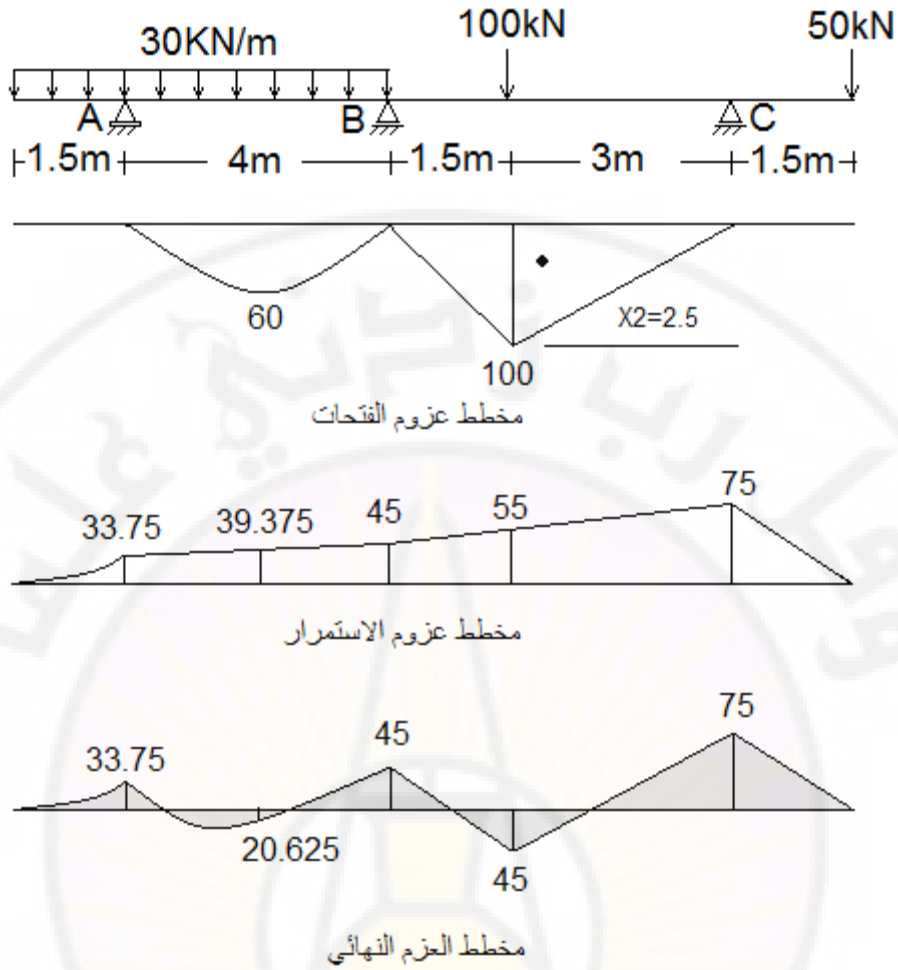
$$M = 60 - 39.375 = 20.625$$

العزم عند الحمولة المركزة في الفتحة الثانية

$$M = 100 - 55 = 45$$

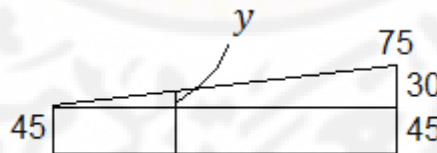


حساب إنشاعات - عمارة - السنة الثانية



كيفية حساب العزم السالب في مخطط عزوم الاستمرار عند القوة المركزة

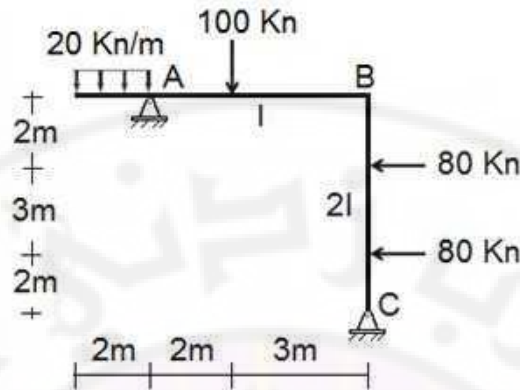
$$M = 45 + y, \quad \frac{y}{1.5} = \frac{30}{4.5} \rightarrow y = 10 \rightarrow M = 45 + 10 = 55$$



□

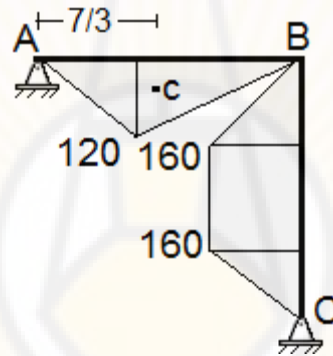
مسألة

يطلب رسم مخطط عزم الانعطاف للإطار المبين في الشكل:



الحل :

بما أن العقدة B غير قابلة للانزياح فيمكن حل الإطار بطريقة العزوم الثلاثة وبشكل مشابه تماماً لحل الجانز



$$A_1 = 5 \times \frac{120}{2} = 300 \quad A_2 = \frac{7 + 3}{2} \times 160 = 800$$

نطبق معادلة العزوم الثلاثة للمسند الوسطي B

$$M_A \left(\frac{5}{I} \right) + 2M_B \left(\frac{5}{I} + \frac{7}{2I} \right) + 0 = -6 \left(\frac{300 \times 7/3}{5 \times I} + \frac{800 \times 3.5}{7 \times 2I} \right)$$

$$-200 + 17M_B = -2040 \rightarrow M_B = -108.2 \text{ Kn.m}$$

