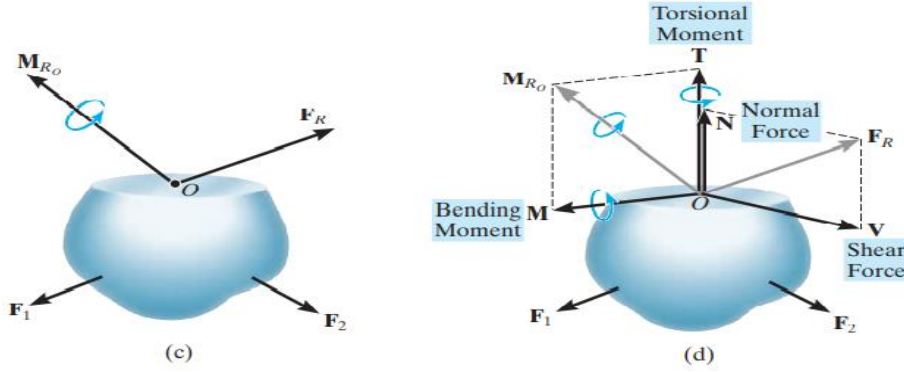


المحاضرة السابعة – محصلة القوى الداخلية

د. نزار عبد الرحمن



في الفراغ ثلاثي الأبعاد

القوة الناعمية: تؤثر بشكل متعامد مع المساحة ، وتنتج هذه القوة عندما تحاول الحملات الخارجية دفع أو سحب جزئي المقطع من الجسم بالنسبة N لبعضهما البعض.

قوة القص: يقع خط تأثير هذه القوة في مستوي المساحة ، وتنتج هذه القوة عندما تحاول الحملات الخارجية أن تحدث انزلاق أحد أجزاء الجسم على الجزء الآخر.

عزم الفتل: ينتج عندما تحاول الحملات الخارجية فتل أحد أجزاء الجسم T (Torque) بالنسبة للجزء الآخر حول محور عمودي على المساحة.

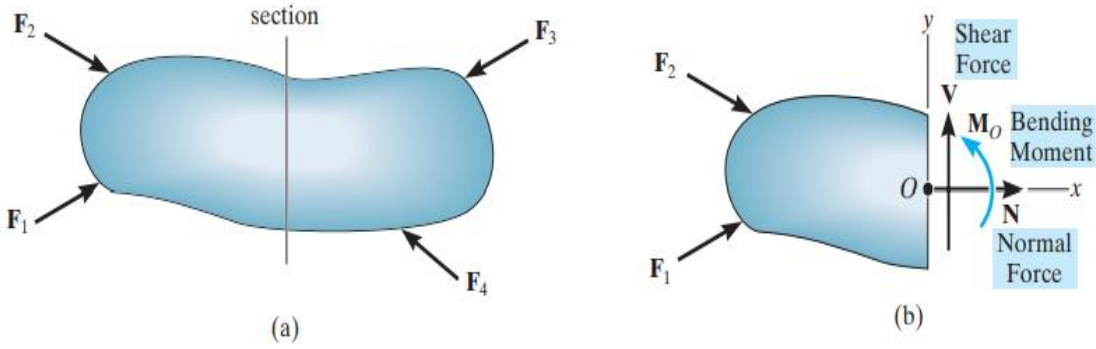
عزم الانعطاف: ينتج عندما تحاول الحملات الخارجية بثني الجسم حول محور يمر بمستوي المساحة (M).

الحمولات الداخلية في المستوي

N - القوة الناعمية

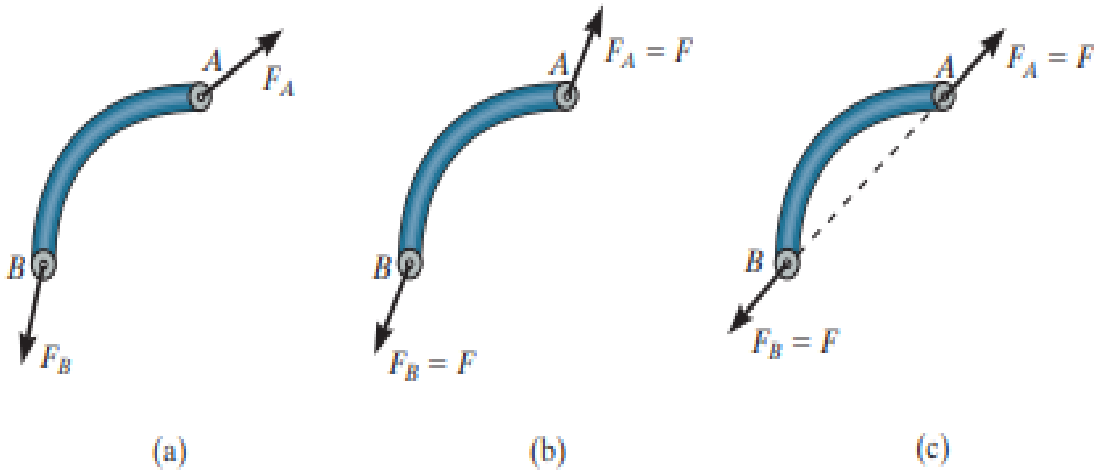
V - قوة القص

Mo - عزم الانعطاف



Two Forces Members:

هي عناصر غير محملة بأية قوة خارجية أو عزم وتكون متوازنة تحت تأثير قوتين فقط تؤثران في نهايتي العنصر وعلى امتداده ، ويكون العنصر المفروض إما في حالة ضغط أو شد



في المستوي

في حالة القوى المستوية سوف يؤثر في المركز الهندسي للجسم القوى القوة الناعمية ، وقوة القص ، وعزم الانعطاف N,V,M

كتابة معادلات التوازن :

حدد المحاور مع نقطة المبدأ للمركز الهندسي.

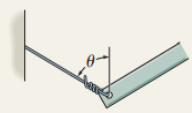
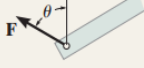

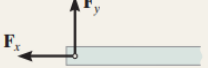





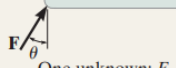

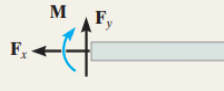
نأخذ معادلة العزوم بالنسبة للمقطع حول كل محور تؤثر فيه محصلة

حيث ينتج لدينا مباشرة قيمة T , أو M

بعد حل المعادلات، إذا نتج لدينا أن إشارة إحدى القيم سالبة فهذا يعني أن الاتجاه الصحيح لهذه القوة

عكس الاتجاه المفروض.

المفاصل وردود الأفعال

TABLE 1-1			
Type of connection	Reaction	Type of connection	Reaction
 Cable	 One unknown: F	 External pin	 Two unknowns: F_x, F_y
 Roller	 One unknown: F	 Internal pin	 Two unknowns: F_x, F_y
 Smooth support	 One unknown: F	 Fixed support	 Three unknowns: F_x, F_y, M

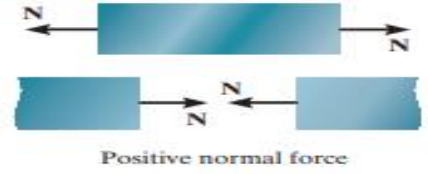
معادلات التوازن في الفراغ والمستوي

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum F_y &= 0 & \sum F_z &= 0 \\ \sum M_x &= 0 & \sum M_y &= 0 & \sum M_z &= 0 \end{aligned}$$

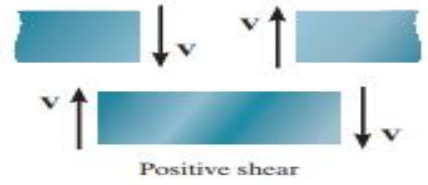
$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ \sum M_O &= 0 \end{aligned}$$

تحديد اتجاهات القوى الداخلية

الاتجاه الموجب للقوة الناعمية



الاتجاه الموجب لقوة القص

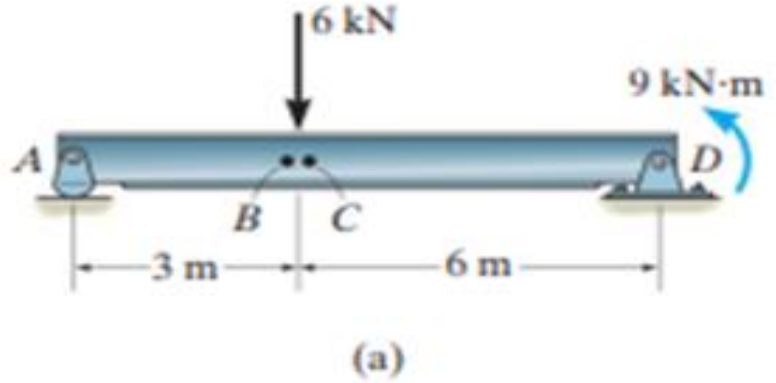


الاتجاه الموجب للعزم



مسألة 1: احسب القوة الناعمية، وقوة القص، وعزم الانعطاف الداخلية للعتبة المبينة في الشكل على

يسار النقطة B تماماً، وعلى يمين النقطة C تماماً.



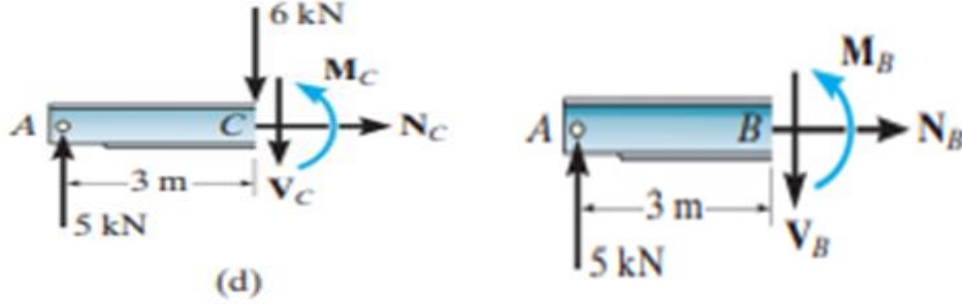
1- حساب ردود الأفعال الخارجية:

نرسم مخطط الجسم الحر لكامل العتبة ونحسب رد الفعل عند المفصل المتحرك A، حيث سنأخذ المقطع اليساري في الحساب.

$$\sum M_D = 0, \Rightarrow 9KN \cdot m + 6KN(6m) - A_y(9m) = 0$$

$$A_y = 5KN$$

2- مخطط الجسم الحر: نرسم مخطط الجسم الحر اليساري للجزئين AC, AB، من الملاحظ أن عزم المزدوجة 9KN.m لا تظهر في مخطط الجسم الحر حيث تبقى في مكانها الأصلي حتى بعد القطع .



Segment AB

$$\pm \rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad N_B = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad 5 \text{ kN} - V_B = 0 \quad V_B = 5 \text{ kN}$$

$$\zeta + \Sigma M_B = 0; \quad -(5 \text{ kN})(3 \text{ m}) + M_B = 0 \quad M_B = 15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Segment AC

$$\pm \rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad N_C = 0$$

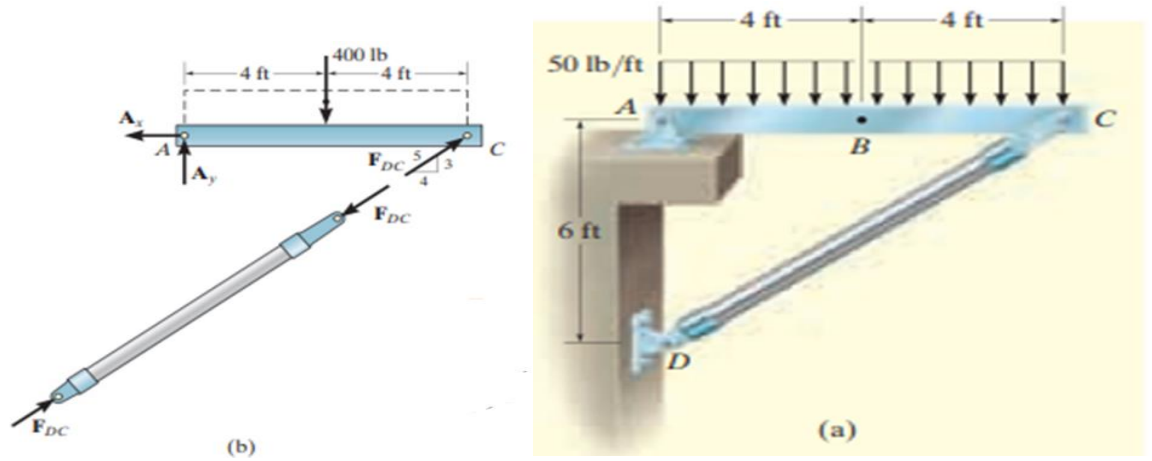
$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad 5 \text{ kN} - 6 \text{ kN} - V_C = 0 \quad V_C = -1 \text{ kN}$$

$$\zeta + \Sigma M_C = 0; \quad -(5 \text{ kN})(3 \text{ m}) + M_C = 0 \quad M_C = 15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

من الملاحظ أن الإشارة السالبة لقوة القص VC تدل أن الاتجاه الصحيح لهذه القوة بعكس الاتجاه المفروض .

وأن النقطتين B و C متقاربتين بحيث أن الذراع يساوي 3 متر في الحالتين .

مسألة 2: احسب القوة العمودية ، وقوة القص ، وعزم الانعطاف للهيكل المبين في الشكل



1- حساب ردود الأفعال الخارجية :

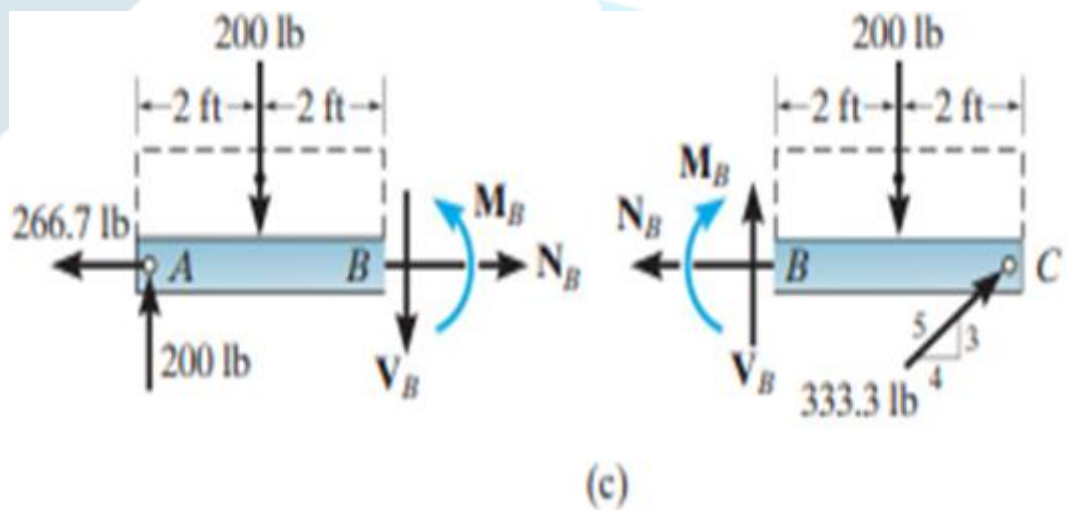
من الملاحظ أن العنصر CD هو عنصر متوازن تحت تأثير قوتين فقط

(TWO FORCES MEMBER)

$$\sum M_A = 0, F_{CD} = 333.3 \text{ lb}$$

$$\sum F_x = 0, A_x - 333.3 \left(\frac{4}{5} \right) = 0, A_x = 266.7 \text{ lb}$$

$$\sum F_y = 0, A_y - 333.3 \left(\frac{3}{5} \right) - 400 = 0, A_y = 200 \text{ lb}$$

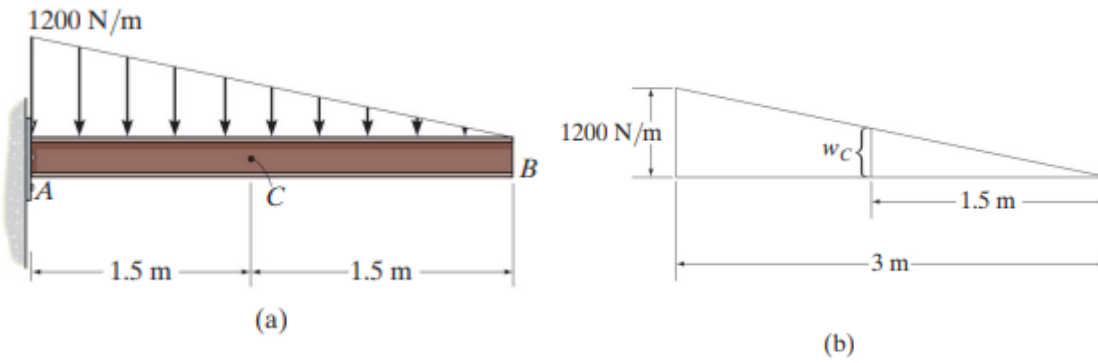


كتابة معادلات التوازن للجزء AB:

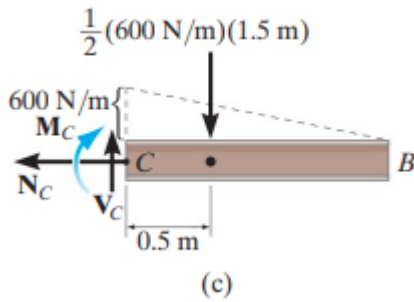
$$\begin{aligned} \rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad N_B - 266.7 \text{ lb} = 0 \quad N_B = 267 \text{ lb} \\ + \uparrow \Sigma F_y = 0; \quad 200 \text{ lb} - 200 \text{ lb} - V_B = 0 \quad V_B = 0 \\ \curvearrowright + \Sigma M_B = 0; \quad M_B - 200 \text{ lb} (4 \text{ ft}) + 200 \text{ lb} (2 \text{ ft}) = 0 \\ M_B = 400 \text{ lb} \cdot \text{ft} \end{aligned}$$

مسألة 3: احسب محصلة القوى الداخلية المؤثرة على المقطع العرضي عند النقطة C للهيكل المبين في

الشكل



لا توجد ضرورة لحساب ردود الأفعال عند نقطة التثبيت التام A، إذا اعتبرنا المقطع CB في الدراسة:
مخطط الجسم الحر للمقطع CB:



يجب المحافظة على القوى الموزعة المؤثرة على المقطع CB، ويمكننا حساب شدة تأثير هذه القوى عند النقطة C عن طريق التناسب وفق الآتي:

$$\frac{W}{1.5m} = \frac{1200}{3m} \Rightarrow w = 600 \text{ N/m}$$

قيمة محصلة الحمولة الموزعة تساوي المساحة تحت منحنى الحمولة (مثلث) ، وتكون مركزة في مركز مساحة المثلث ، أي أن :

$$F = \frac{1}{2} \left(\frac{600N}{m} \right) (1.5m) = 450N ,$$

$$\frac{1}{3}(6) = 2 \text{ m} = \text{نقطة تأثير المحصلة}$$

$$\pm \Sigma F_x = 0;$$

$$N_C = 0$$

$$+ \uparrow \Sigma F_y = 0; \quad V_C - \frac{1}{2}(600 \text{ N/m})(1.5 \text{ m}) = 0$$

$$V_C = 450 \text{ N}$$

$$\zeta + \Sigma M_C = 0; \quad -M_C - \frac{1}{2}(600 \text{ N/m})(1.5 \text{ m})(0.5 \text{ m}) = 0$$

$$M_C = -225 \text{ N}$$