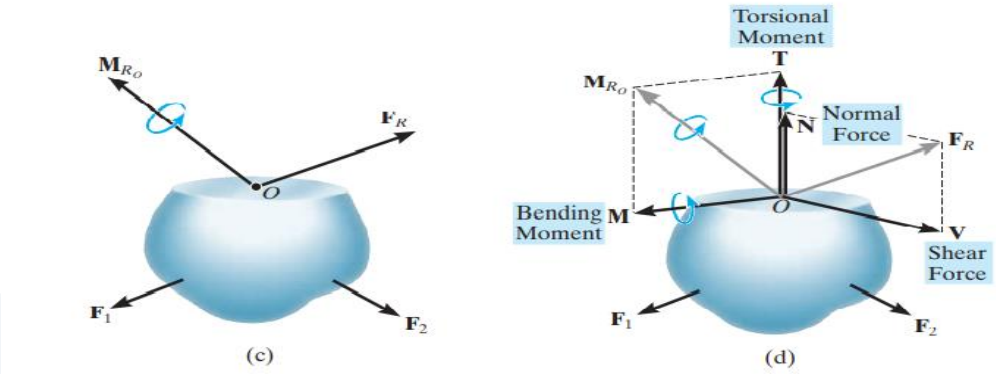
محصلة الحمولات الداخلية:



في الفراغ ثلاثي الأبعاد

القوة الناظمية :تؤثر بشكل متعامد مع المساحة ، وتنتج هذه القوة عندما تحاول الحمولات الخارجية دفع أو سحب جزئي المقطع من الجسم بالنسبة

لبعضهما البعض. N

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

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

عزم الانعطاف :ينتج عندما تحاول الحمولات الخارجية بثني الجسم حول محور يمر بمستوي

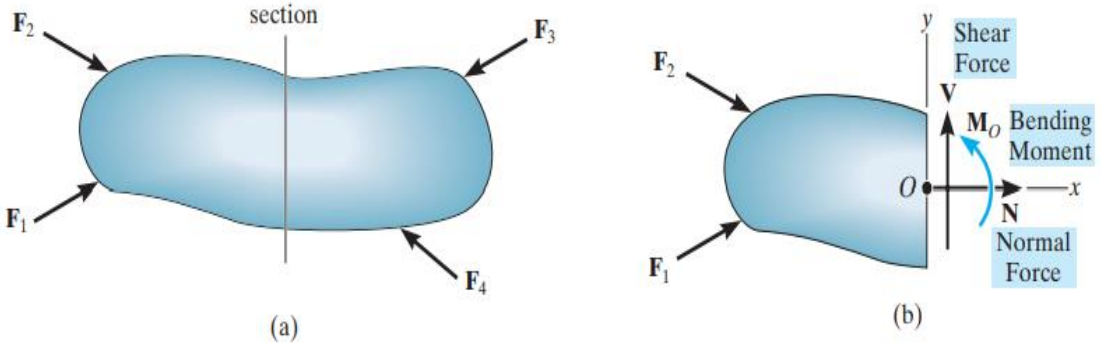
المساحة(M).

الحمولات الداخلية في المستوي

- القوة الناظمية N

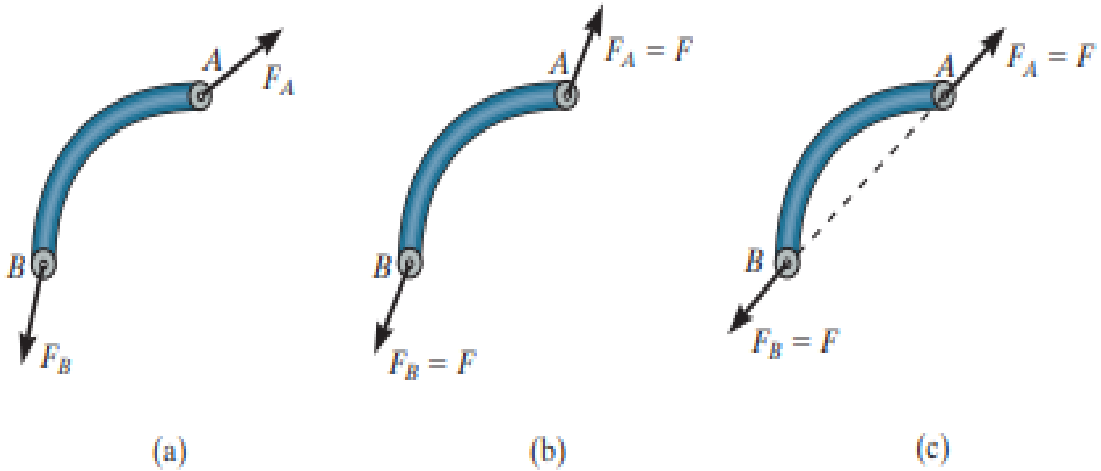
- قوة القص V

- عزم الانعطاف Mo



Two Forces Members:

هي عناصر غير محمَلة 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 الناظمية ،وقوة القص ، وعزم الانعطاف N,V,M

كتابة معادلات التوازن :

حدد المحاور مع نقطة المبدأ للمركز الهندسي.

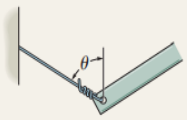
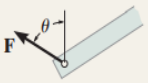
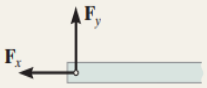
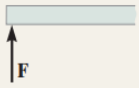
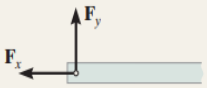
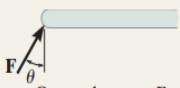
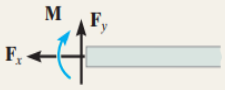
نأخذ معادلة العزوم بالنسبة للمقطع حول كل محورتؤثرفيه محصلة

حيث ينتج لدينا مباشرة قيمة Mأو T,

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

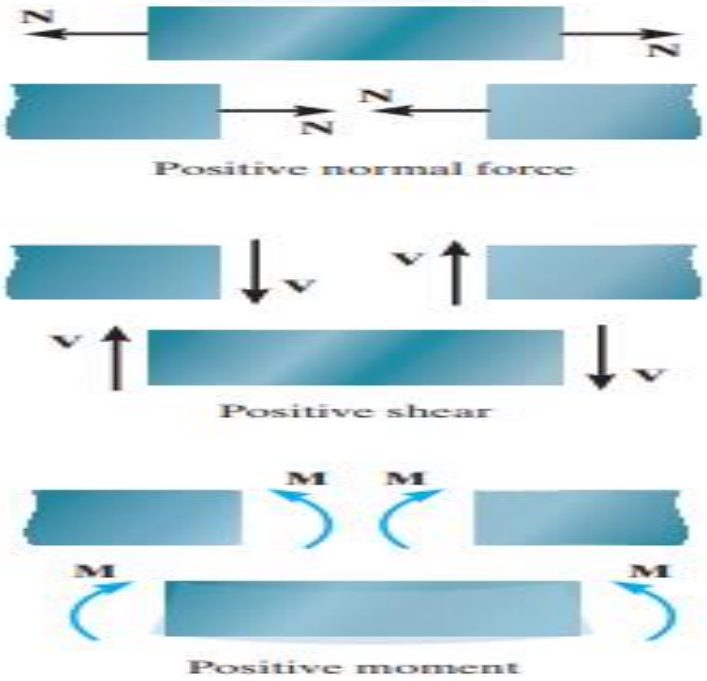
Type of connection	Reaction	Type of connection	Reaction
 Cable	 One unknown: F	External pin	 Two unknowns: F_x, F_y
Roller	 One unknown: F	Internal pin	 Two unknowns: F_x, F_y
Smooth support	 One unknown: F	Fixed support	 Three unknowns: F_x, F_y, M

معادلات التوازن في الفراغ والمستوي

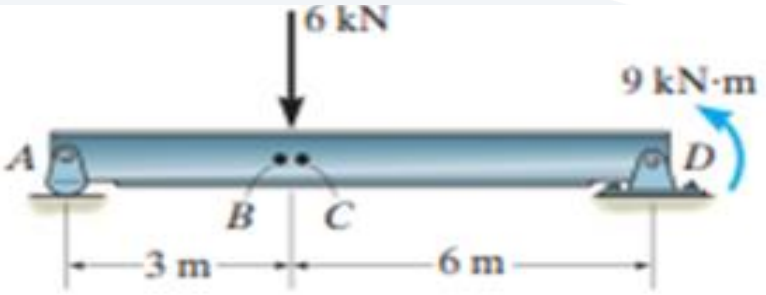
$$\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_y = 0 \quad \Sigma F_z = 0$$
$$\Sigma M_x = 0 \quad \Sigma M_y = 0 \quad \Sigma M_z = 0$$

$$\Sigma F_x = 0$$
$$\Sigma F_y = 0$$
$$\Sigma M_O = 0$$

تحديد اتجاهات القوى الداخلية



مسألة 1 :احسب القوة الناظمية ،وقوة القص ، وعزم الانعطاف الداخلية للعتبة المبينة في الشكل على يسار النقطة Bتماماً ، وعلى يمين النقطة Cتماماً .



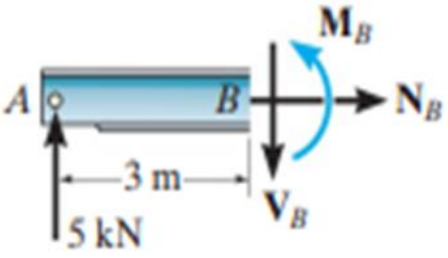
(a)

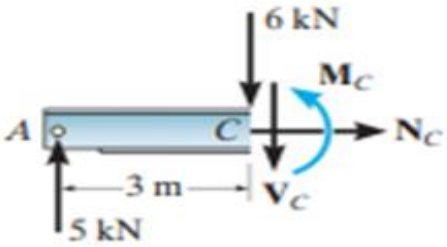
1-حساب ردود الأفعال الخارجية :

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

$$\sum M_D = 0 \,, \Rightarrow 9KN.m + 6KN(6m) - A_y(9m) = 0$$
$$A_y = 5KN$$

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





(d)

Equations of Equilibrium.

Segment AB

$$\pm\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad N_B = 0 \qquad \textit{Ans.}$$

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

$$\circlearrowleft + \Sigma M_B = 0; \quad -(5\ \text{kN})(3\ \text{m}) + M_B = 0 \quad M_B = 15\ \text{kN}\cdot\text{m} \qquad \textit{Ans.}$$

Segment AC

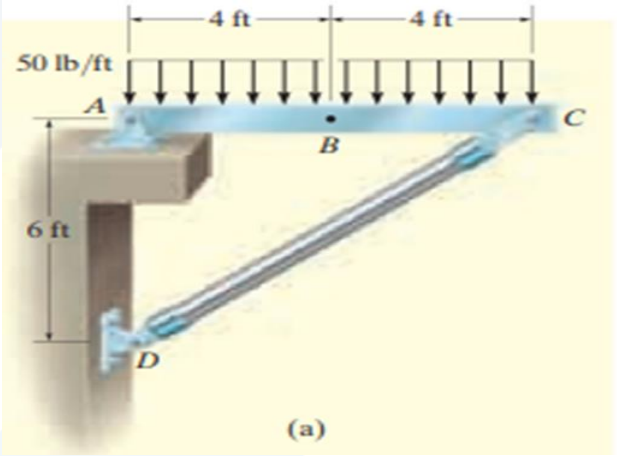
$$\pm\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad N_C = 0 \qquad \textit{Ans.}$$

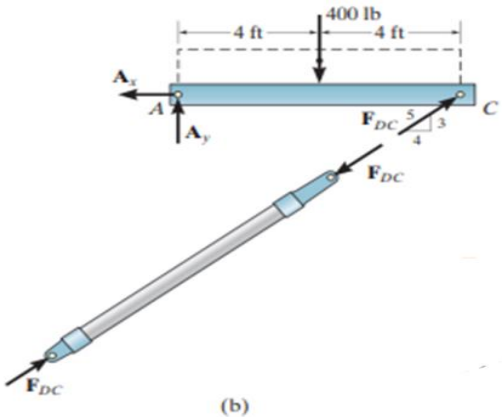
$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad 5\ \text{kN} - 6\ \text{kN} - V_C = 0 \quad V_C = -1\ \text{kN} \qquad \textit{Ans.}$$

$$\circlearrowleft + \Sigma M_C = 0; \quad -(5\ \text{kN})(3\ \text{m}) + M_C = 0 \quad M_C = 15\ \text{kN}\cdot\text{m} \qquad \textit{Ans.}$$

من الملاحظ أن الاشارة السالبة لقوة القص VC تدل أن الاتجاه الصحيح لهذه القوة بعكس الاتجاه المفروض . وأن النقطتين B و Cمتقاربتين بحيث أن الذراع يساوي 3 متر في الحالتين .

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





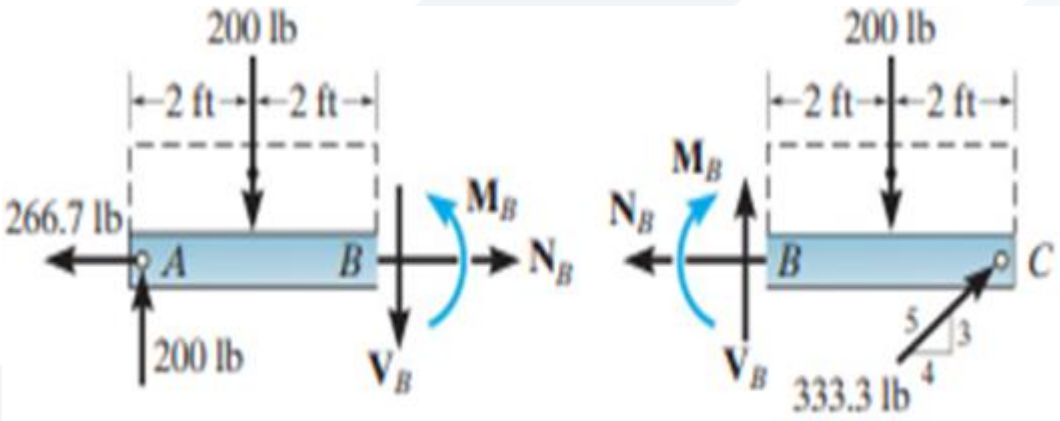
1- حساب ردود الأفعال الخارجية :

من الملاحظ أن العنصر CD هو عنصر متوازن تحت تأثير قوتين فقط (TWO FORCES MEMBER)

$)(8)=0\,,\ F_{CD}=333.3Lb\sum M_A=0,-400(4)+F_{CD}(\frac{3}{5}$

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

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



(c)

كتابة معادلات التوازن للجزء AB:

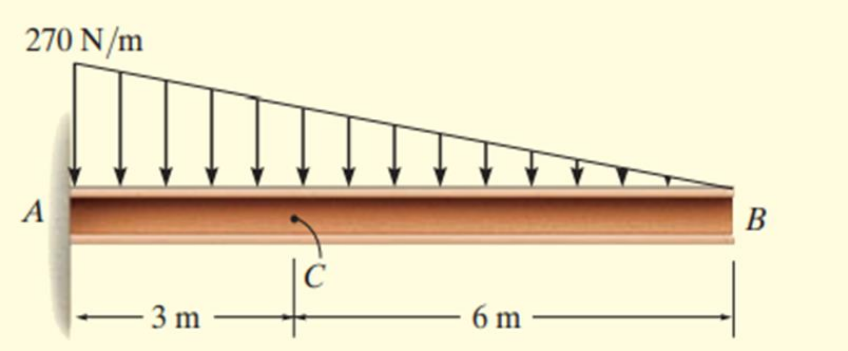
$$\stackrel{+}{\rightarrow}\Sigma F_x=0; \qquad N_B-266.7\text{ lb}=0 \qquad N_B=267\text{ lb} \qquad \textit{Ans.}$$

$$+\uparrow\Sigma F_y=0; \qquad 200\text{ lb}-200\text{ lb}-V_B=0 \qquad V_B=0 \qquad \textit{Ans.}$$

$$\circlearrowleft+\Sigma M_B=0; \qquad M_B-200\text{ lb}\,(4\text{ ft})+200\text{ lb}\,(2\text{ ft})=0$$

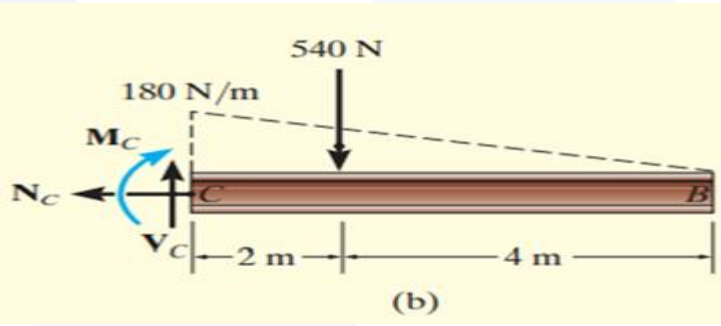
$$M_B=400\text{ lb}\cdot\text{ft} \qquad \textit{Ans.}$$

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 CBفي الدراسة :

مخطط الجسم الحر للمقطع CB:



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

$$\frac{W}{6m} = \frac{270}{9m} \Rightarrow w = 180\ N/m$$

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

$$F = \frac{1}{2}\left(\frac{180N}{m}\right)(6m) = 540N \text{ .}$$

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