

# مقاومة المواد وحساب الإنشاءات 2

## الفصل الصيفي

# 2025-2024

أ.د. نايل محمد حسن

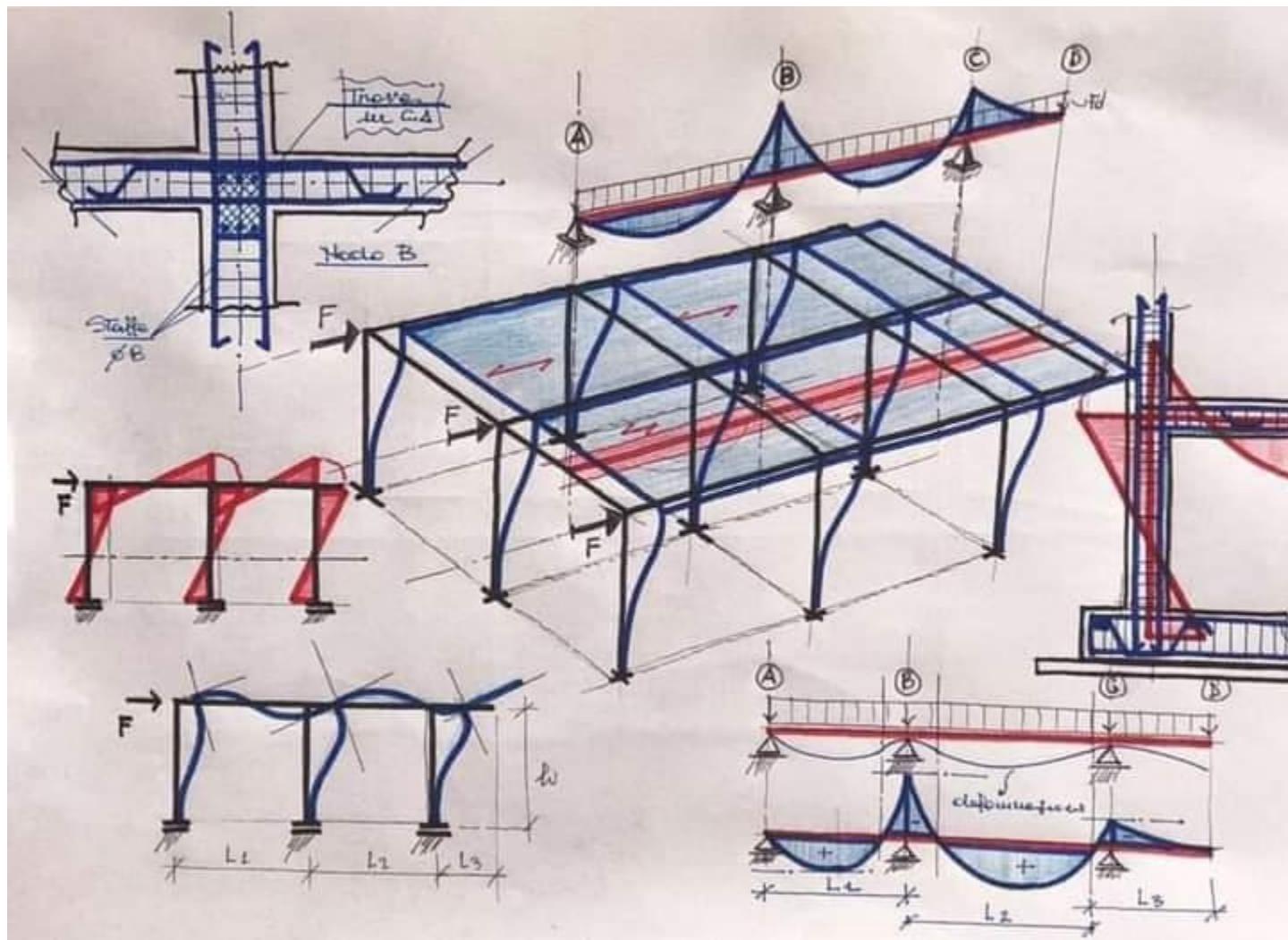
# المحاضرة السابعة

## حساب القوى الداخلية

### (رسم مخططات العزم والقص)

# Internal Forces Diagrams

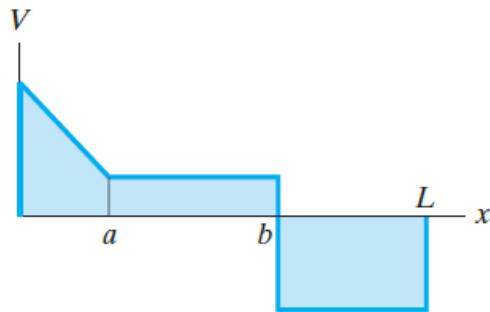
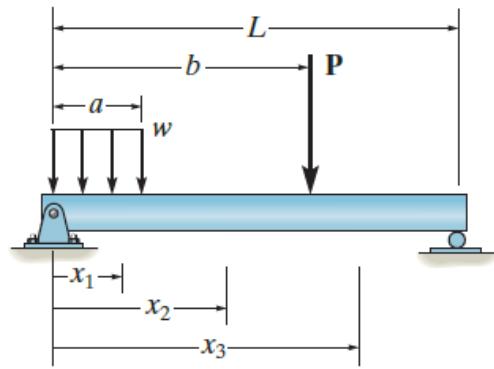
# مخططات العزوم



# معادلات ومخططات القوى الداخلية

- يتطلب التصميم الانشائي الحقيقى معرفة تفصيلية عن **توزيع القوى الداخلية** (العزم  $M$  والقص  $V$  والقوى المحورية  $N$ ) على كامل طول العناصر وكذلك القيم في كل نقطة.
- يمكن الحصول على هذا التوزيع على طول محور العنصر باستخدام **طريقة المقاطع**.
- في هذه الحالة يجب اجراء القطع على **مسافة معينة  $x$**  من احدى نهايات العنصر ثم تطبيق معادلات التوازن على الجزء الذي يملك  $x$ .
- بنهاية ذلك يمكن الحصول على **معادلات  $M$  و  $V$  و  $N$  كتابع للمتحول  $x$**
- تكون مخططات القوى الداخلية **غير مستمرة** في النقاط حيث:  
**يتغير** توزيع الحمولة الموزعة او عند **تطبيق القوى المركزية والعزوم** لذلك يجب تحديد هذه التوابع لكل حزء يقع بين أي احمال تسبب عدم الاستمرارية.

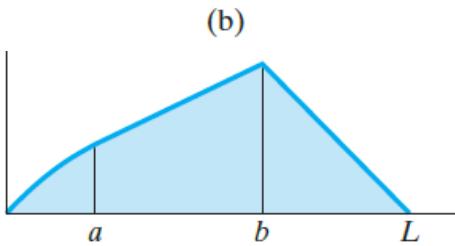
# معادلات ومخططات القوى الداخلية



مثلاً من الشكل جانبنا لدينا

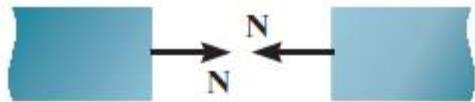
- تستخدم  $x_1 < a$  من أجل  $0 \leq x_1 < a$ ,
- تستخدم  $x_2 < b$  من أجل  $a < x_2 < b$ ,
- تستخدم  $x_3 \leq L$  من أجل  $b < x_3 \leq L$ ,

إذا تم رسم هذه التوابع المتعلقة بـ  $x$  يطلق  
عليها مخططات القوى الداخلية

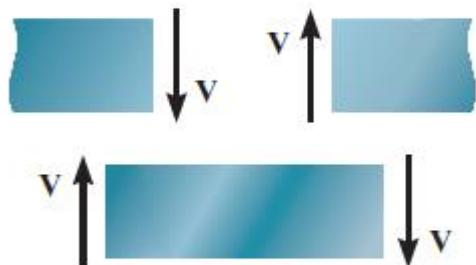


(c)

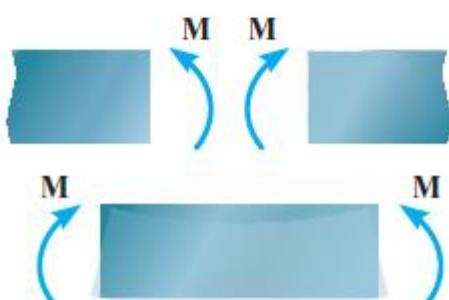
# معادلات ومخططات القوى الداخلية



Positive normal force



Positive shear



Positive moment

## نقاط مهمة

- مخططات القوى الداخلية تعطي **توصيف رسومي** عن كيفية توزيع القوى الداخلية على كامل طول الجائز او الاطار.
- تستخدم طريقة المقاطع للحصول على **قوى الداخلية كتابع للمتحول X**
- ترسم بعد ذلك هذه التابع
- يتم تحديد مناطق **تغير المتحول** عند التغيير في التحميل
- **تؤخذ الاتجاهات الموجبة** بالاعتبار

# خطوات رسم القوى الداخلية

يتم تحديد القوى الداخلية باستخدام طريقة المقاطع وتطبيق معادلات التوازن

## • حساب ردود الافعال **Support Reactions.**

✓ قبل اجراء القطع، من الضروري حساب رود الافعال قبل البدء بحساب القوى الداخلية

## • توابع القوى الداخلية **Internal forces diagrams.**

✓ حدد احداثيات منفصلة يكون مركزها النقطة اليسارية الطرفية من العنصر وستمر لحين حصول انقطاع في التحميل (قوة او عزم مركز او انتهاء الحمل الموزع).

✓ يتم اجراء قطع وهمي عمودي على محور العنصر عند كل  $x$  ثم يتم رسم مخطط الجسم الحر لكل جزء،

✓ حدد توابع القوى الداخلية في المقطع حسب الاصطلاحات الموجبة

## • معادلات التوازن **Equations of Equilibrium.**

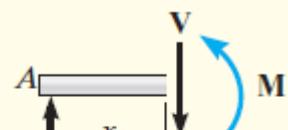
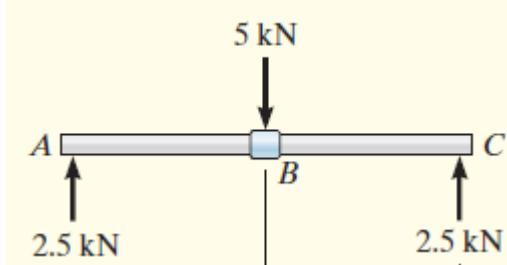
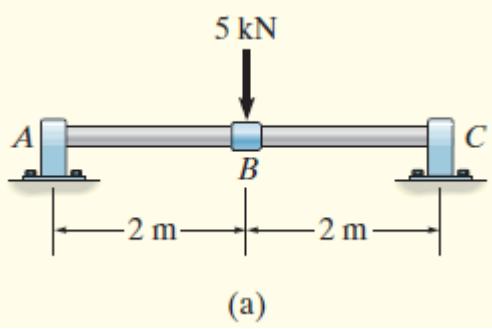
✓ يتم اجراء معادلة عزوم حول المقطع للحصول على العزوم

✓ تستخدم معادلات الاسقاط للحصول على قوى القص والمحورية

## • رسم مخططات القوى الداخلية

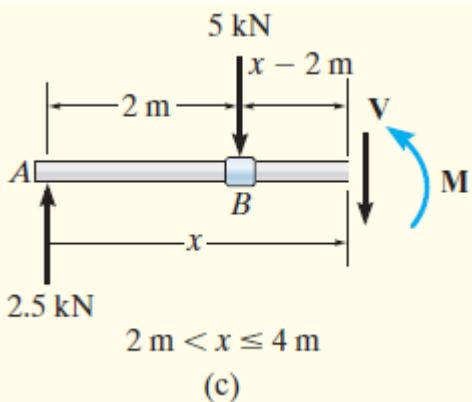
✓ ارسم مخططات القوى الداخلية التابعة لـ  $x$

✓ القيم الموجبة ترسم فوق المحور  $x$  والقيم السالبة تحت المحور  $x$



$$0 \leq x < 2 \text{ m}$$

(b)



**Example 1:** Draw the internal forces diagrams for the beam shown in Fig. a..

## حساب ردود الأفعال

(ردود الأفعال الأفقيّة معدومة بسبب عدم تطبيق قوى افقيّة)

نرسم مخطط الجسم الحر لـكامل الجائز ونطبق معادلات التوازن  
يبيّن الشكل b قيمة ردود الأفعال

## توازع قوى القص والعزوم

نحدد المجال الأول A-B للمتغير x

$$+\uparrow \sum F_y = 0; \quad V = 2.5 \text{ kN} \quad (1)$$

$$\downarrow +\sum M = 0; \quad M = 2.5x \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (2)$$

نحدد المجال الثاني B-C للمتغير x

$$+\uparrow \sum F_y = 0; \quad 2.5 \text{ kN} - 5 \text{ kN} - V = 0$$

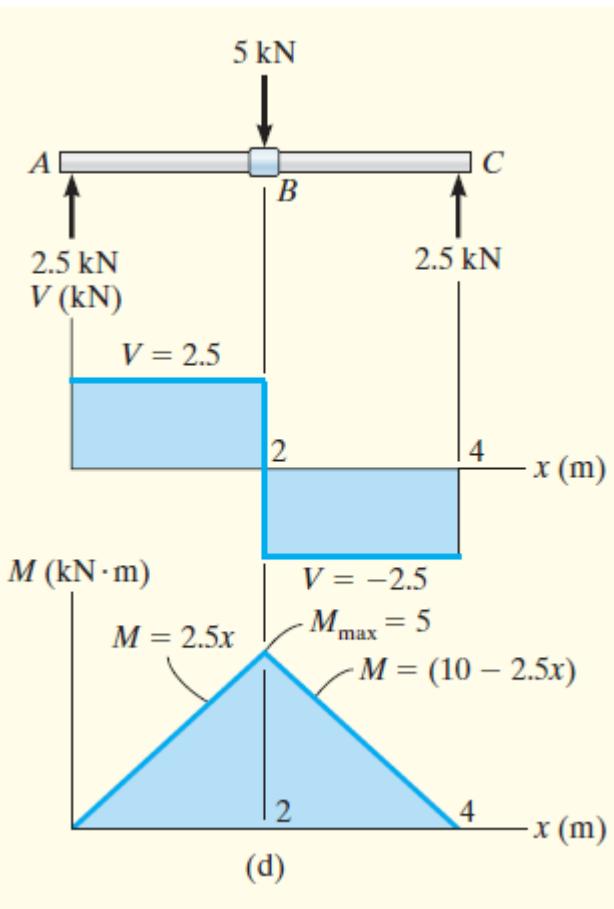
$$V = -2.5 \text{ kN} \quad (3)$$

$$\downarrow +\sum M = 0; \quad M + 5 \text{ kN}(x - 2 \text{ m}) - 2.5 \text{ kN}(x) = 0$$

$$M = (10 - 2.5x) \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (4)$$

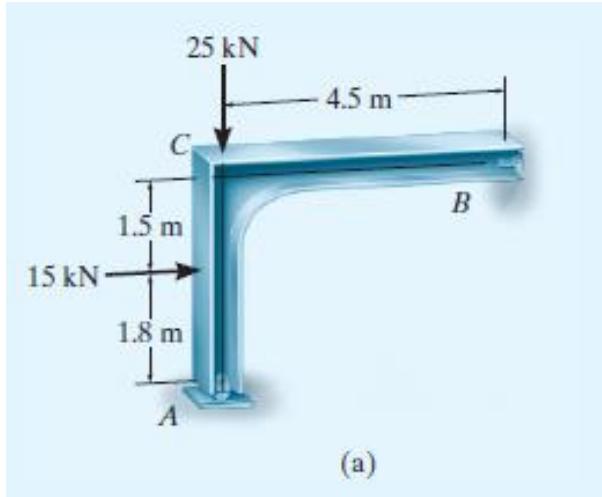
## رسم مخططات القوى الداخلية (القوى الافقية معروفة)

- عند رسم توابع المعادلات 1-4 ضمن مناطق تأثيرها، يتم الحصول على المخططات المبينة في الأشكال d، يلاحظ أن قوة القص الداخلية ضمن المجال A-B **موجبة** و ضمن المجال B-C **سالبة**.
- يتزايد العزم من الصفر عند المسند A ( $x=0$ ) ويصل لقيمة **عظمى** عند B ( $x=2$ ) مقدارها  $M_{max} = 5 \text{ kN.m}$  ثم **يتناقص** بعدها للصفر عند C.
- يلاحظ أنه حصل تغير أو **قفزة** في التابع عند نقطة تطبيق القوة في B .

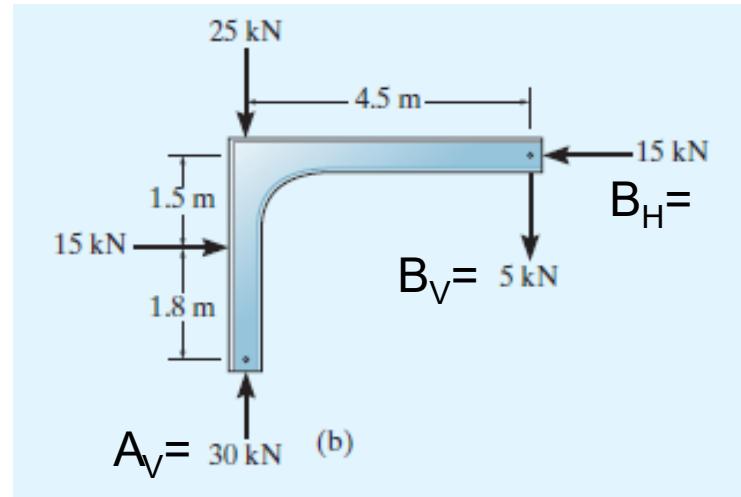


# Example 2

Draw the moment diagram for the frame shown in Fig. a. Assume the support at A is a roller and B is a pin.



(a)



$A_V = 30 \text{ kN}$  (b)

$$\sum M_B = 0, \rightarrow A_V = 30 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0, \rightarrow B_H = 15 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0, \rightarrow B_V = 5 \text{ kN}$$

حساب ردود الافعال

نرسم مخطط الجسم الحر لـكامل الاطار

# مخطط الجسم الحر

رسم مخطط الجسم الحر لأجزاء الاطار

**AC, joint C, CB**

## حساب القوى الداخلية

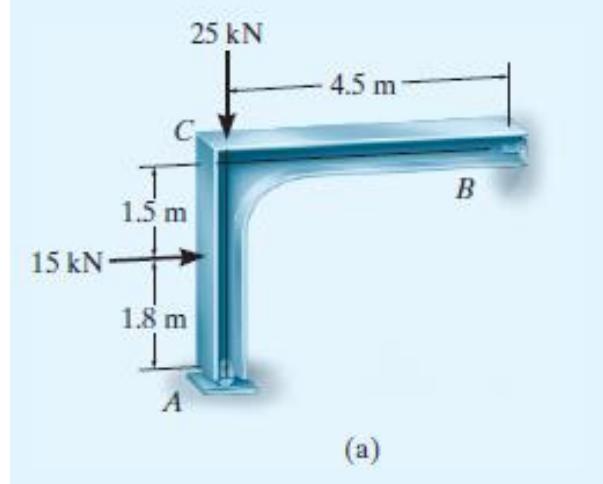
**الجزء AC**

$$\sum M_C = 0, \rightarrow M_C = 22.5 \text{ kN}$$

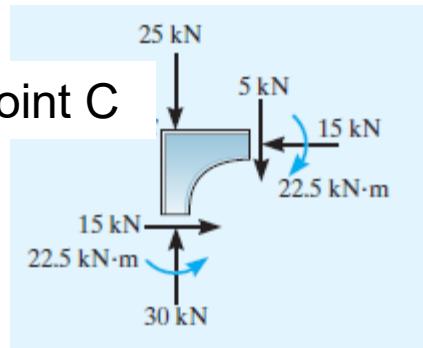
$$\sum F_x = 0, \rightarrow N_c = 30 \text{ kN}$$

$$Q_C = 0$$

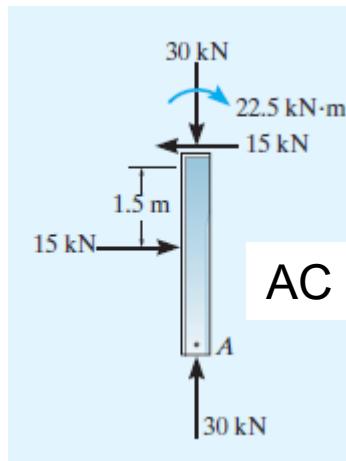
$$\sum F_y = 0, \rightarrow Q_C = 15 \text{ kN}$$



(a)

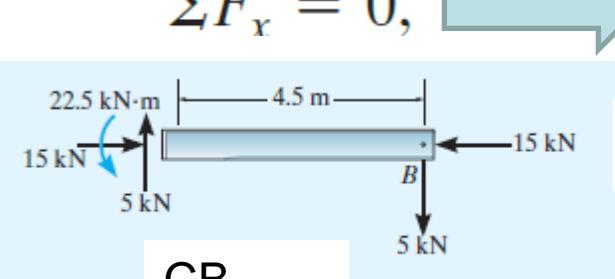


Joint C



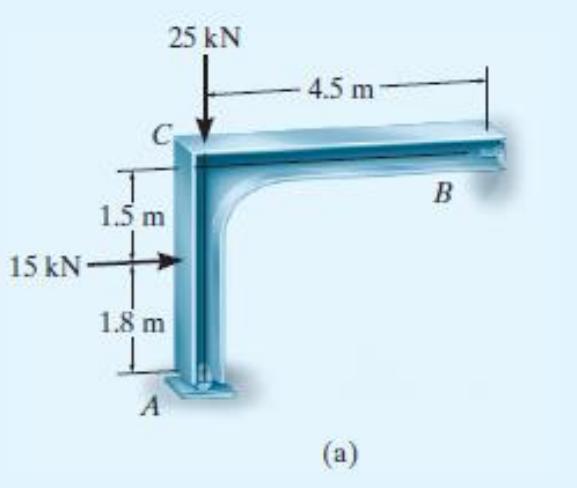
AC

بنفس الطريقة نوجد بقية القوى الداخلية.  
تبين الاشكال نتائج الحسابات في العقدة C و الجزء CB

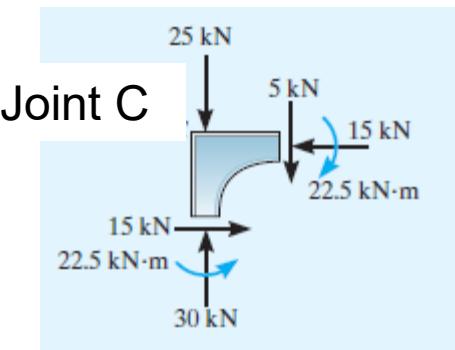


CB

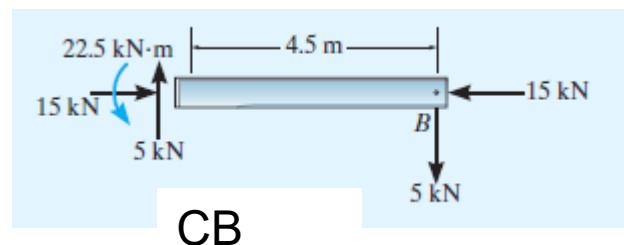
# رسم مخططات القوى الداخلية



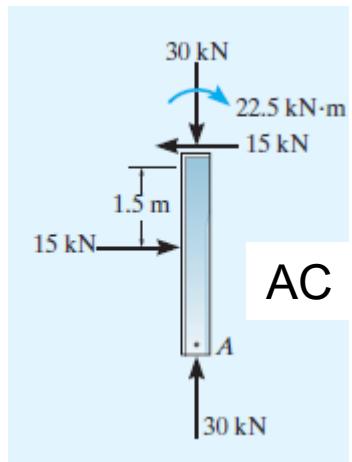
(a)



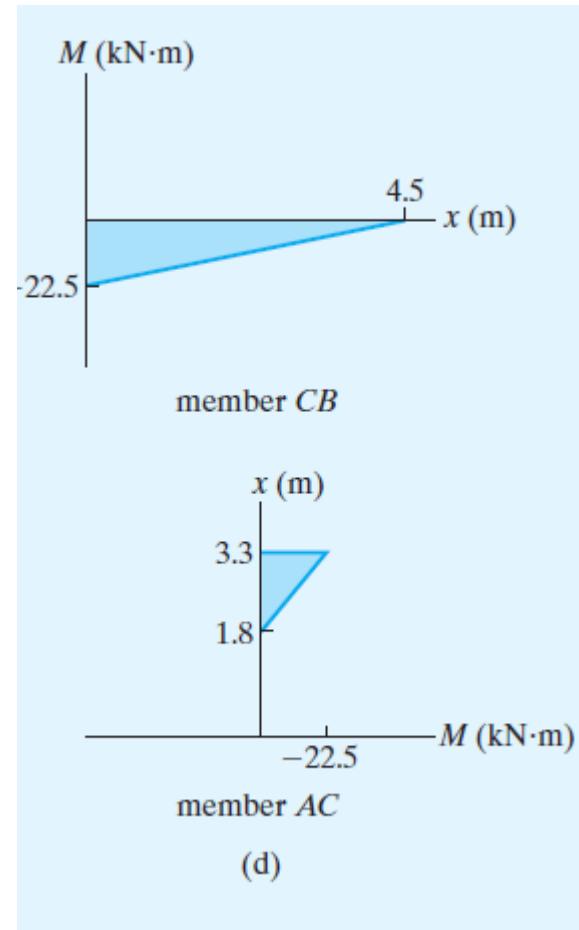
Joint C



CB



AC



member CB

member AC

(d)

## مخططات القوى الداخلية ( $Q$ , $M$ )

# مسائل: يطلب رسم مخططات القوى الداخلية للجوانز التالية

