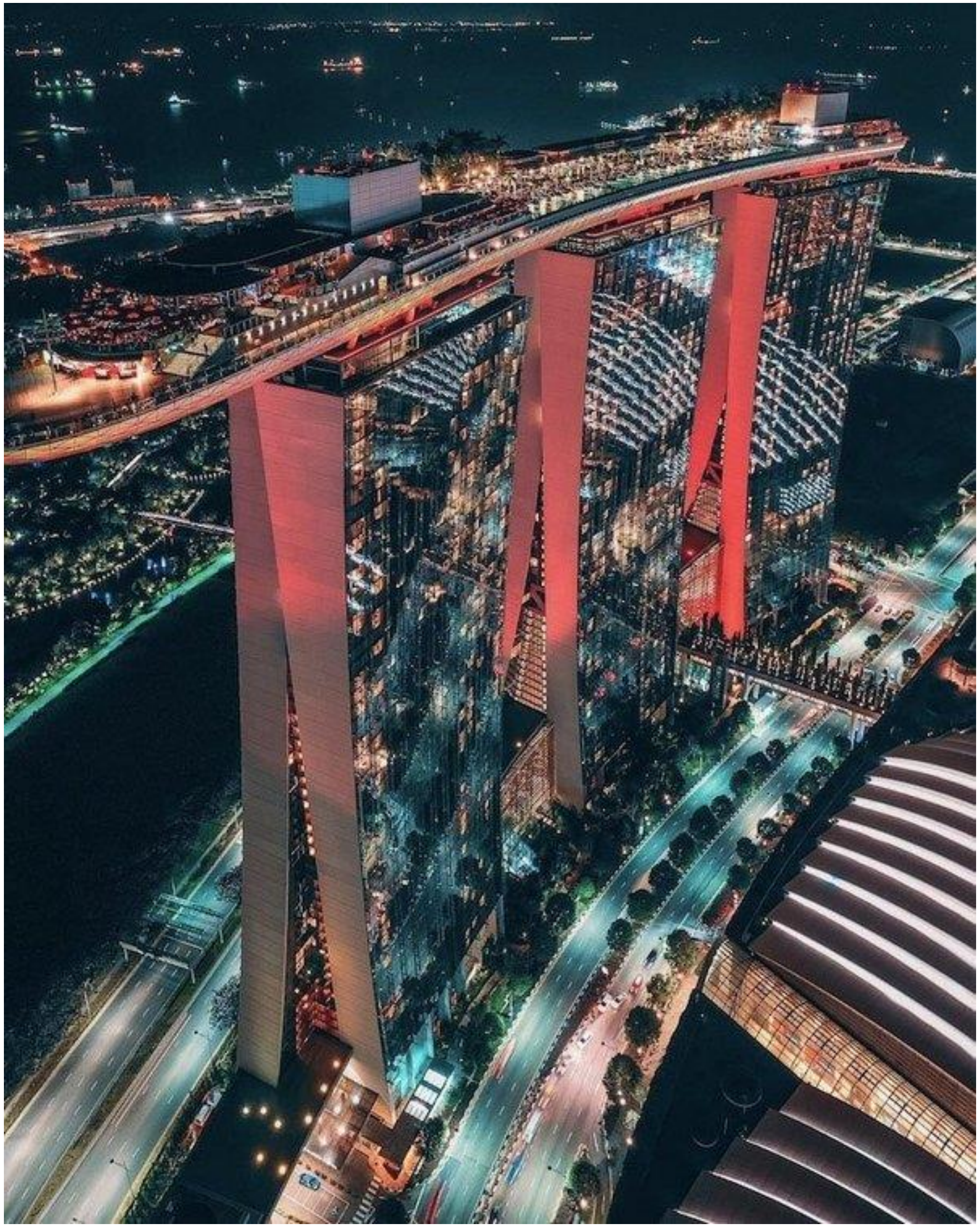


مقاومة المواد وحساب الانشاءات 1

Sem. 2

2023-2024

أ.د. نايل محمد حسن

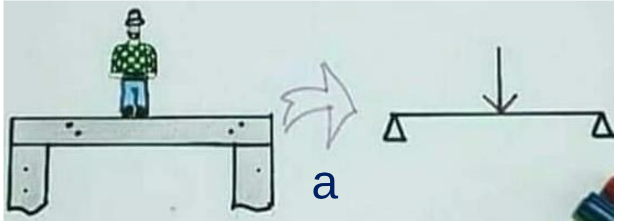
المحاضرة السابعة

تخفيض (تحصيل) القوى الموزعة

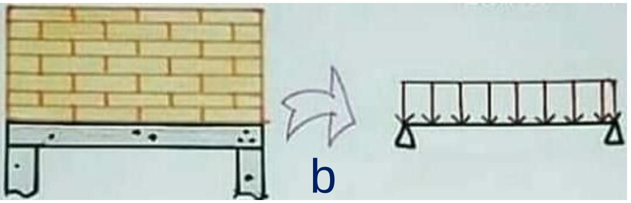
Reduction of A simple distributed loading

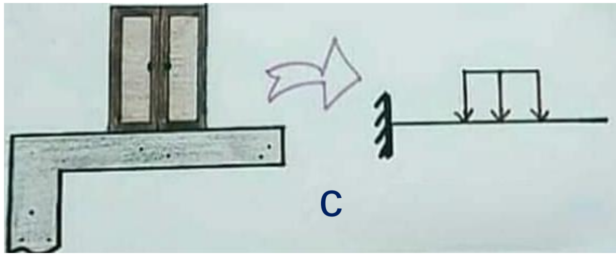
https://manara.edu.sy/

تخفيض (تحصيل) القوى الموزعة

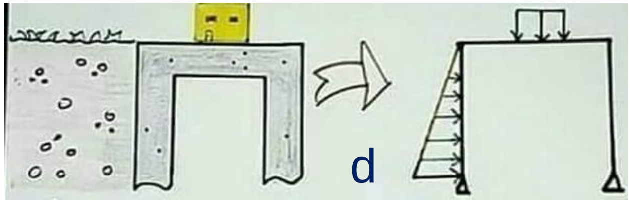


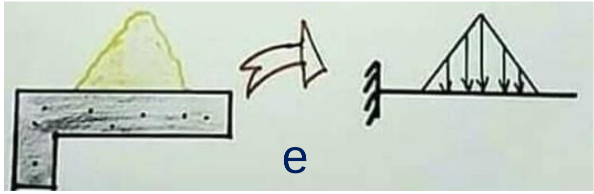
- يمكن في بعض الاحيان أن تخضع الاجسام (المنشآت) لتحميل موزع على سطحها، مثلا:
  - ✓ الرياح على وجه لوحات الاعلان،
  - ✓ الماء ضمن الخزان،
  - ✓ التربة على الجدران الاستنادية،
  - ✓ أو وزن الرمل على أرضية حاوية تخزين

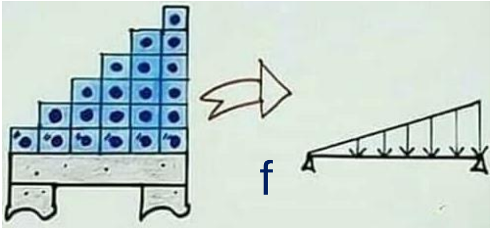




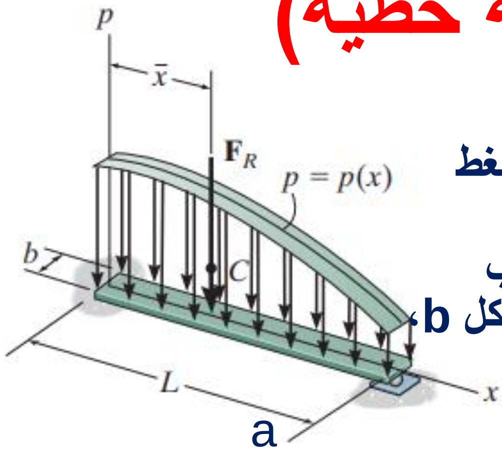
- يمثل الضغط الذي تسببه هذه الاحمال في كل نقطة على السطح شدة الحمولة
- يتم قياس الشدةفي جملة الواحدات الدولية بواحدات، Pa، N/mm^2،





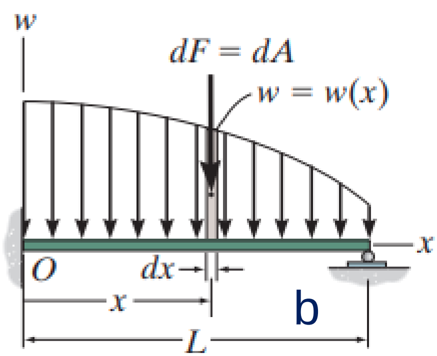


الحمولة على طول محور مفرد (حمولة خطية)



- التحميل الاكثر شيوعا هو التحميل الموزع على طول محور مفرد،
- مثلاً، لنأخذ الجائز أو (الصفيحة) في الشكل a، لهل عرض ثابت، وتخضع لحمولة ضغط تختلف على المحور x فقط، يمكن توصيف الحمل بالتابع، $P= P(x)\ N/m^2$
- يمكن اعتبارها حمولة مستوية لانها تحوي متحول وحيد فقط (x)، بالتالي يجب ضرب التابع بالقيمة b وهي عرض الجائز، حي يكون لدينا $w(x) = p(x)b\ N/m$ ، الشكل b،
- يمكن تمثيل نظام الحمولة المستوي هذا بقوة محصلة وحيدة مكافئة F_R، الشكل c

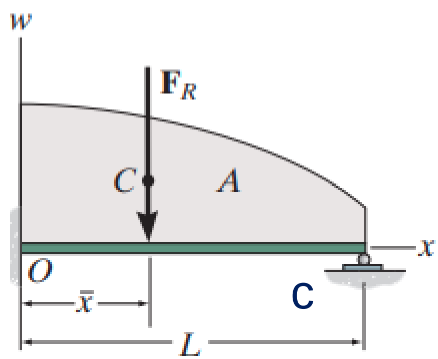
شدة (قيمة) الحمولة المحصلة

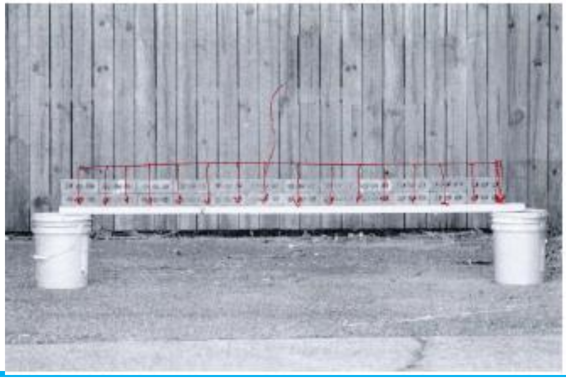


أن قيمة المحصلة F_R تساوي مجموع كل القوى في النظام $F_R = \Sigma F$. في هذه الحالة يلزم استخدام التكامل وذلك لانه يوجد عدد لامتناهي من من القوى المتوازية df تؤثر على الجائز، الشكل b. يؤثر كل df على عنصر طوله dx، بالتالي w(x)، هي قوة بواحدة الطول، ايضا من اجل كل طول العنصر لدينا $dF = (wx)dx = dA$.

$$+\downarrow F_R = \Sigma F; \qquad \boxed{F_R = \int_L w(x)\,dx = \int_A dA = A}$$

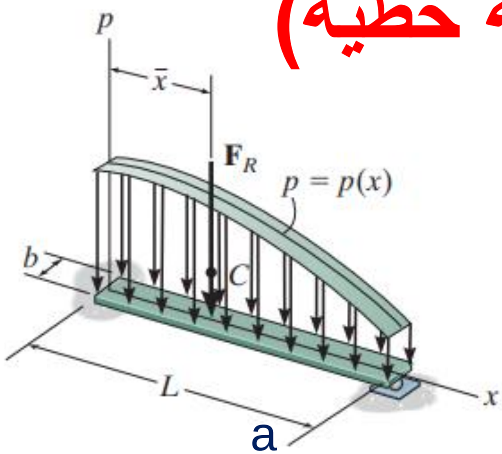
هذا يعني أن القوة المحصلة تساوي المساحة A تحت مخطط الحمولة





مثال: تشكل صفوف البلوك حمولة موزعة بانتظام على اللوح الخشبي

الحمولة على طول محور مفرد (حمولة خطية)



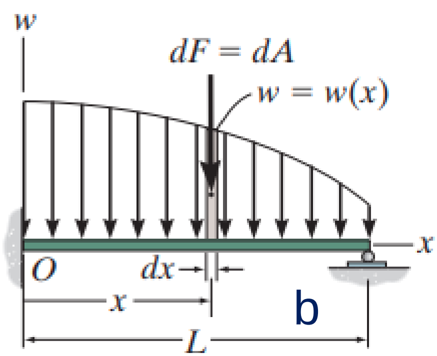
موقع القوة المحصلة

- يمكن تحديد موقع $\bar{x}$ للقوة المحصلة F_R بمساواة عزوم القوة المحصلة والقوى المتوازية حول النقطة o. الشكل b، ثم لكل الطول L، الشكل c،

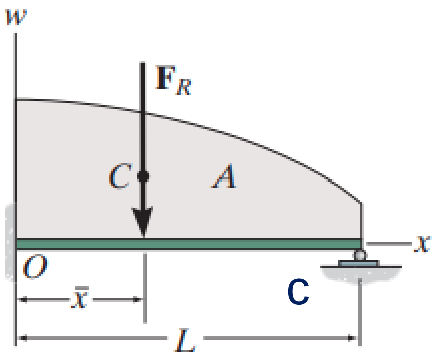
$$\circlearrowleft + (M_R)_O = \Sigma M_O; \qquad -\bar{x}F_R = -\int_L x w(x)\, dx$$

- بحل المعادله وبالتبديل بقيمه F_R السابقه نجد:

$$\boxed{\bar{x} = \frac{\int_L x w(x)\, dx}{\int_L w(x)\, dx} = \frac{\int_A x\, dA}{\int_A dA}}$$



- يحدد الاحداثي $\bar{x}$ مركز ثقل المساحة تحت الحمولة الموزعة، بعبارة أخرى تمر القوة المحصلة من مركز الثقل c للمساحة تحت مخطط التحميل
- حالما يتم تحديد مركز الثقل فإن المحصلة تمر من النقطة $(\bar{x}, 0)$، على سطح الجائز، الشكل a.
- بنفس الطريقة في حالة التحميل ثلاثي الابعاد، تملك القوة المحصلة شدة مساوية للحجم تحت منحني التحنيب $P= P(x)$، ويمر خط تأثير القوة من مركز ثقل الحجم

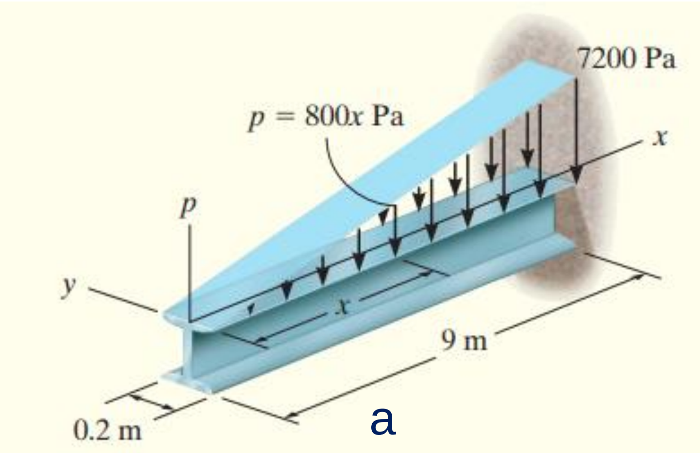


ملاحظات مهمة

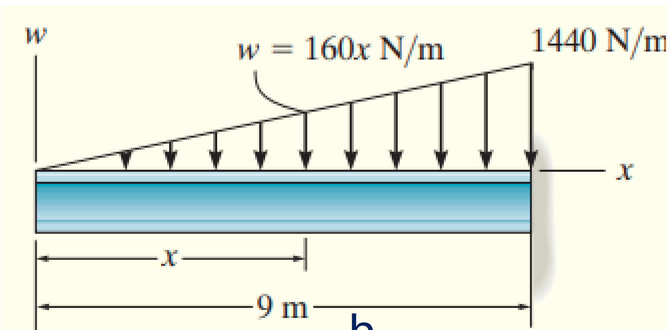
1. يتم تعريف التحميل المستوي الموزع باستخدام التابع **$w = w(x)$** والذي يحدد شدة (قيمة) التحميل على طول العنصرتقاس هذه الشدة بـ N/m
2. يمكن تمثيل التأثيرات الخارجية التي تسببها الحمولة الموزعة في المستوي المؤثرة على عنصر **بقوة محصلة**
3. تكافئ شدة هذه المحصلة المساحة تحت مخطط التحميل، ولديها خط تأثير يمر من مركز ثقل هذه المساحة

مثال 1

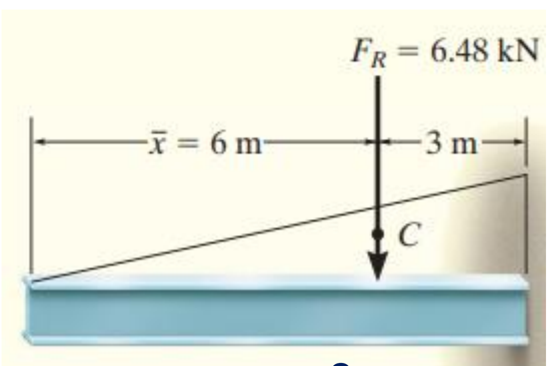
تؤثر حمولة مقدارها p = (800x) Pa، على الوجه العلوي من الجائز المبين في الشكل a، يطلب تحديد شدة ومركز ثقل القوة المحصلة المكافئة



a



b



c

الحل:

باعتبار الحمل موزع بانتظام على طول عرض الجائز (المحور y)، يمكن معاينة التحميل في المستوي ثنائي الابعاد. لدينا:

$$w = (800x \text{ N/m}^2)(0.2 \text{ m}) = (160x) \text{ N/m}$$

$x = 0 \rightarrow w = 0$

$x = 9$ m $\rightarrow w = 1440$ N/m

قيمة شدة المحصلة F_R تساوي مساحة المثلث

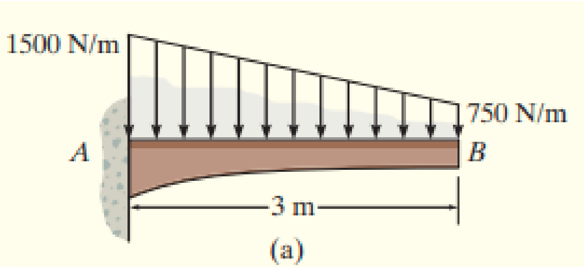
$$F_R = \tfrac{1}{2}(9 \text{ m})(1440 \text{ N/m}) = 6480 \text{ N} = 6.48 \text{ kN}$$

يمر خط تأثير المحصلة من مركز المثلث الشكل b:

$$\bar{x} = 9 \text{ m} - \tfrac{1}{3}(9 \text{ m}) = 6 \text{ m}$$

مثال 2

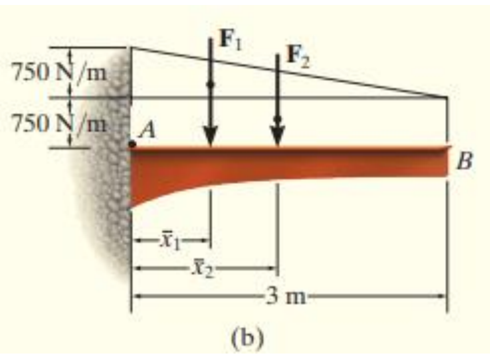
يمثل الشكل جانبا جائز يحمل مواد حبوب مخزنة، الشكل a، يطلب تحديد شدة ومركز ثقل القوة المحصلة المكافئة



(a)

الحل:

مساحة التحميل بشكل شبه منحرف، بالتالي يمكن تقسيمها الى مساحة مستطيل ومثلث. الشكل b،

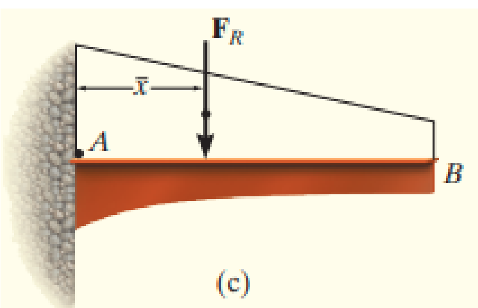


(b)

شدة الحمولة المكافئة لكل مساحة تساوي مساحة الشكل

$$F_1 = \tfrac{1}{2}(3\text{ m})(750\text{ N/m}) = 1125\text{ N}$$

$$F_2 = (3\text{ m})(750\text{ N/m}) = 2250\text{ N}$$



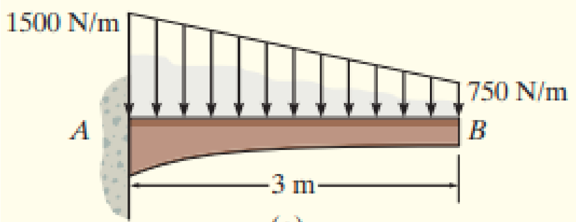
(c)

يمر خط تأثير هذه القوى المتوازية من مراكز ثقل مساحاتها (مثلث ومستطيل)

$$\bar{x}_1 = \tfrac{1}{3}(3\text{ m}) = 1\text{ m}$$

$$\bar{x}_2 = \tfrac{1}{2}(3\text{ m}) = 1.5\text{ m}$$

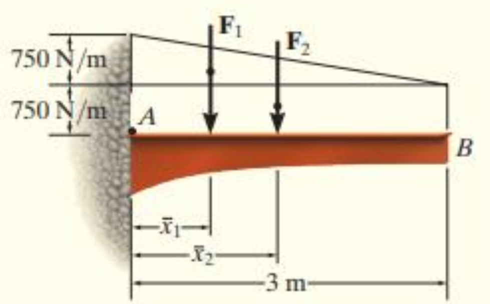
مثال 2



(a)

يمكن تخفيض القوتين F_1, F_2، إلى قوة محصلة وحيدة F_R، شدة هذه المحصلة هي:

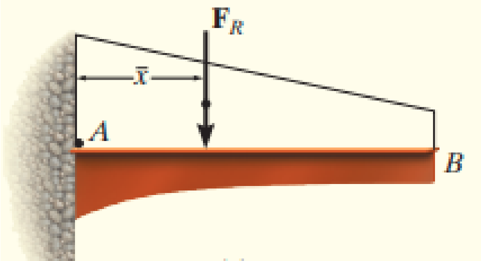
$$+\downarrow F_R = \Sigma F; \quad F_R = 1125 + 2250 = 3.375(10^3)\ \text{N} = 3.38\ \text{kN}$$



(b)

نوجد موقع المحصلة FR بالنسبة للنقطة A، الشكلين b,c

$$\curvearrowleft + (M_R)_A = \Sigma M_A; \quad \bar{x}(3375) = 1(1125) + 1.5(2250)$$
$$\bar{x} = 1.33\ \text{m}$$



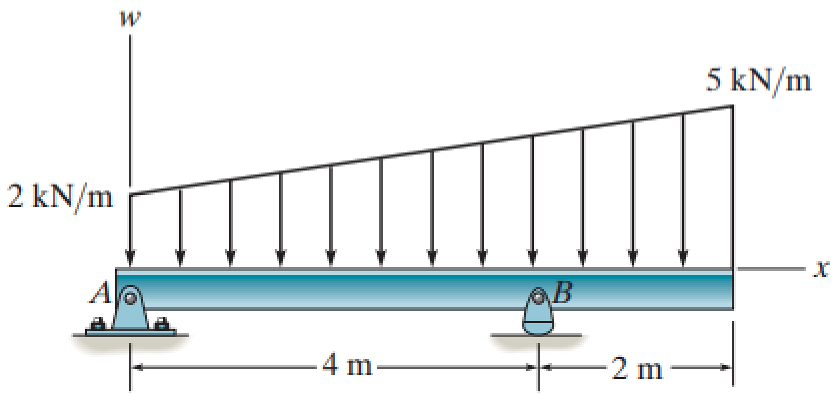
(c)

باستخدام النتائج أعلاه، نجد

$$F_R = 3.38\ \text{kN and } \bar{x} = 1.33\ \text{m.}$$

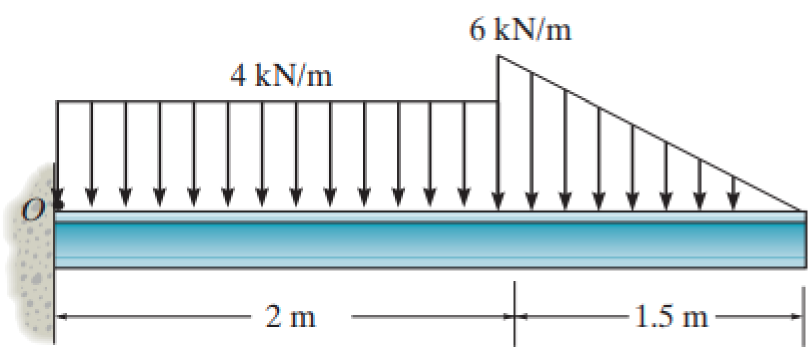
مسائل للتدريب

استبدل الحمولات المبينة بالشكل بقوة محصلة مكافئة، واوجد موقعها بالنسبة للنقطة A



$F_R = 21.0\ \text{kN},\ d = 3.43\ \text{m}$

استبدل الحمولات المبينة بالشكل بقوة محصلة مكافئة، واوجد موقعها بالنسبة للنقطة o



$F_R = 12.5\ \text{kN},\ d = 1.54\ \text{m}$