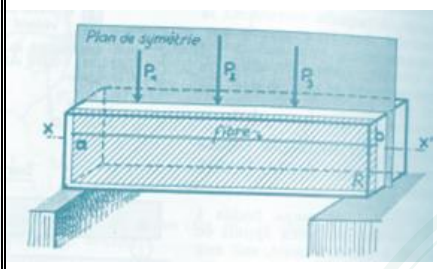
najah213.com · نجاح 213

ثانوية المجاهد عمر كلالشة -

المادة: تكنولوجيا-هندسة مدنية-	**الوحدة الرابعة :** الانحناء البسيط المستوي	**الوحدة:** 04 **الجزء:** ميكانيك مطبقة **الدرس:** 02+01 **المدة:** 16 سا
المستوى: 3 تقني رياضي	**الموضوع :** الانحناء البسيط المستوي **Flexion plane simple**	
الأستاذة : غزالي حسين		

1/ تعريف :



تكون رافدة معرضة للانحناء البسيط المستوي،

إذا اختزلت مجموعة القوى الداخلية المؤثرة على

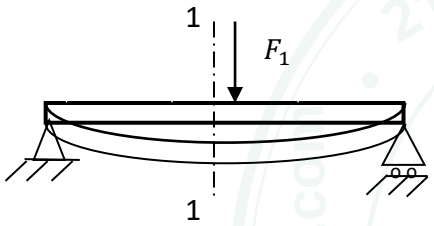
يسار المقطع في الرافدة في مركز الثقل إلى

عزم الانحناء M_f و جهد قاطع T فقط.

$$N = 0 , T \neq 0 , M_f \neq 0 , M_T = 0$$

حيث: **N**: الجهد الناظمي، **T**: الجهد المماسي أو القاطع

M_f: العزم الانحناء، **M_T**: عزم الالتواء .



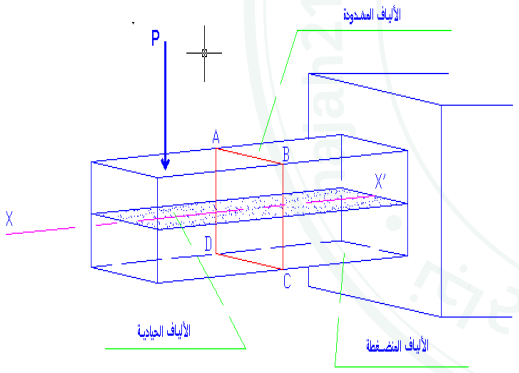
2/ فرضيات الانحناء البسيط المستوي :

فرضيات حول الجسم الصلب

- الرافدة تقبل مستوى التناظر.
- الرافدة مكونة من ألياف متصلة موازية للمحور (xx').

فرضيات حول القـــــوى

- القوى تؤثر على مستوى التناظر.
- تكون القوى متعامدة مع المحور(xx') ولهذا يسمى بالانحناء البسيط.



فرضيات حول التشوهـــات

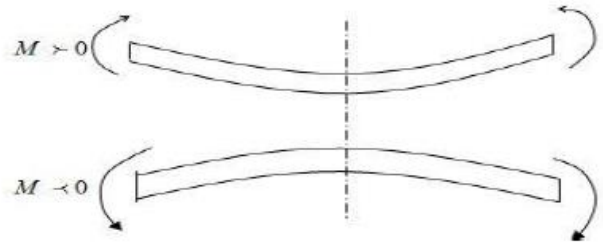
- التشوهات مرنة وجد صغيرة بحيث لا تغير قيمة القوى ولا نقاط التأثير.
- **كل الألياف تنتمي إلى المستوي الموازي للمستوي التناظر تبقى في هذا المستوى أثناء التشوه ولهذا سمي بالانحناء المستوي.**
- المقاطع المستقيمة للرافدة مثل (ABCD) تبقى مستوية ومتعامدة مع المحور (xx') المنحني.

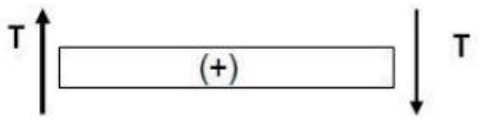
*** اصطلاح الإشارة**

نقبل فيما يخص الإشارات الموجبة لكل من الجهد القاطع و عزم الانحناء الإشارات التالية:

- الجهد القاطع يكون موجبا إذا كان يدير في اتجاه عقارب الساعة
- عزم الانحناء يكون موجبا إذا كانت الألياف المضغوطة في الأعلى و الألياف المشدودة في الأسفل.

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com



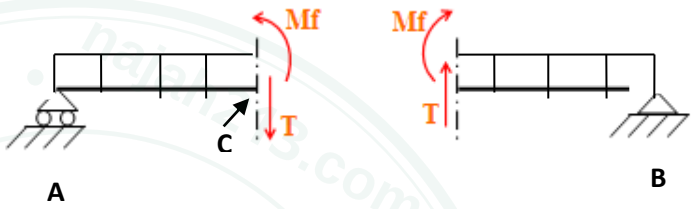


3/ تحديد المعادلات :

في الانحناء البسيط ينشئ في المقاطع العرضية جهد قاطع T ،وعزم انحناء M_f
ولتحديدهما نستعمل طريقة القطع ، حيث نقسم العارضة ذهنيا على مسافة x من المسند .
يتم عزل جزء المقطع وتكتب معادلات التوازن :

$$\sum F_Y = T$$

$$\sum M_{/C} = M_f$$



4/العلاقة بين الجهد القاطع وعزم الانحناء :

- الجد القاطع هو تغير عزم الانحناء بالنسبة للمسافة x أو هو مشتق عزم الانحناء / للمتغير x. $T(x)=[M(x)]$

5/المنحنيات البيانية للجهد T(x)والعزم M(x) :

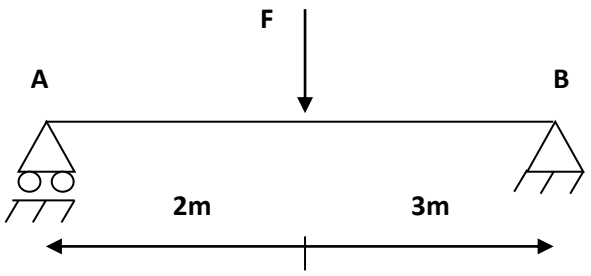
- عند إنشاء مخططات T و M تستعمل القاعدتين التاليتين :
- T(x)موجبا إذا كان مجموع القوى الخارجية متجهة نحوى الأعلى
- M(x)مخططه موجب في جهة الألياف المعرضة للشد عموما نحوى الأسفل





مثال 1:

لتكن الرافدة التالية: F=10KN



المطلوب:

1/أحسب ردود الأفعال.

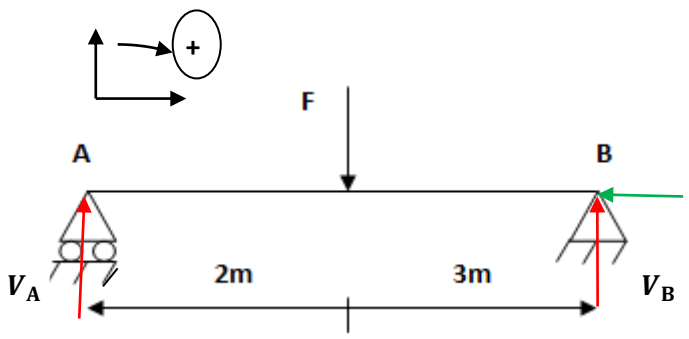
2/أكتب معادلات الجهد القاطع وعزم الانحناء وأرسم منحنييهما.

3/أرسم منحنييهما.

najah213.com · نجاح 213

الحل:

1/حساب ردود الأفعال:



H_B

$\sum F/x = 0 \rightarrow -H_B = 0 \rightarrow H_B = 0$

$\sum F/y = 0 \rightarrow V_A + V_B = F = 10\ KN$ ----➢ ◯ 1

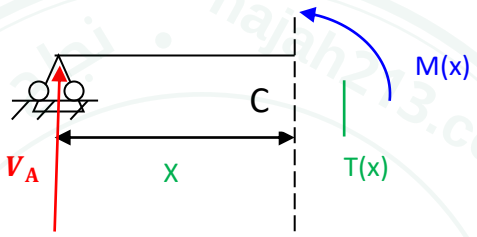
$\sum M/A = 0 \rightarrow Fx2 - V_B\ x5 = 0 \rightarrow V_B = F \times 2/5 \rightarrow V_B = 4\ KN$

$\sum M/B = 0 \rightarrow -Fx3 + V_A\ x5 = 0 \rightarrow V_A = F \times 3/5 \rightarrow V_B = 6\ KN$

$4+6=10KN$ ومنه العلاقة(1) محققة

2/كتابة معادلات كل من T(x) وM(x)

المقطع 1-1:



$\sum F/y = 0 \rightarrow V_A - T(x) = 0$

$\rightarrow T(x) = V_A$

$\rightarrow T(x) = 6KN$

$\sum M/C = 0 \rightarrow V_A.X - M_f(x) = 0$

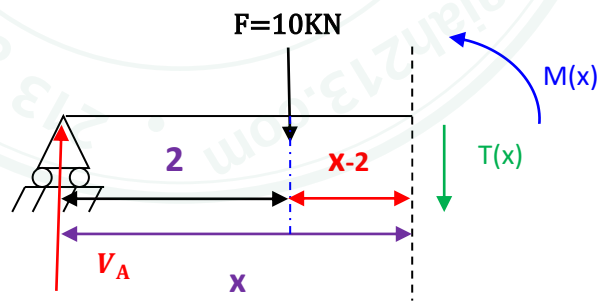
$\rightarrow M_f(x) = V_A.X$

$\rightarrow M_f(x) = 6.X$

$X=0 \rightarrow M_f(x)=0KN$

$X=2 \rightarrow M_f(x)=12KN$

المقطع2-2:



$\sum F/y = 0 \rightarrow V_A - T(x) - F = 0$

$\rightarrow T(x) = V_A - F$

$\rightarrow T(x) = 6-10$

$\rightarrow T(x) = -4KN$

$\sum M/C = 0 \rightarrow V_A.X - M_f(x) - F(x-2) = 0$

$\rightarrow M_f(x) = V_A.X - F(x-2)$

$\rightarrow M_f(x) = V_A.X - Fx + 2F$

$\rightarrow M_f(x) = 6.X - 10x + 2.10$

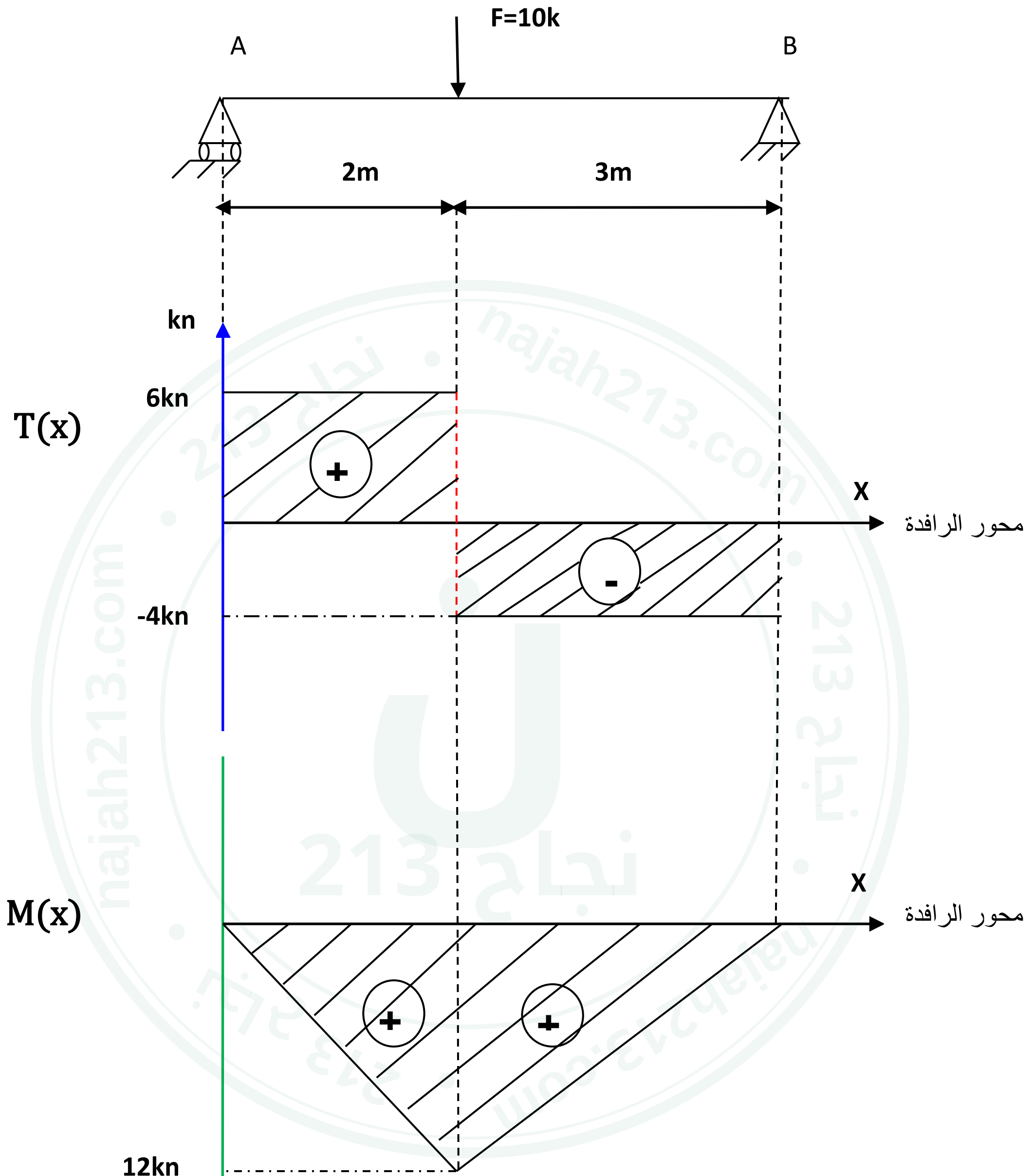
$\rightarrow M_f(x) = -4x + 20$

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com • 213 نجاح • najah213.com • 213 نجاح • 213 نجاح · najah213.com

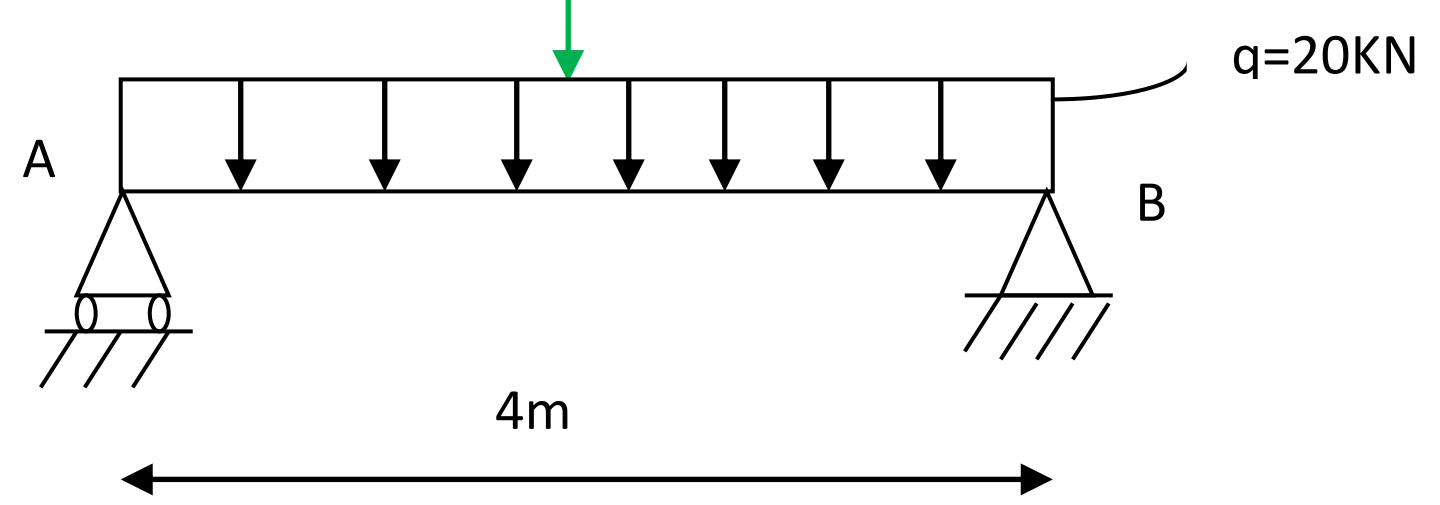
$$\begin{cases} X=2 \rightarrow M_f(x)=12KN \\ X=5 \rightarrow M_f(x)=0KN \end{cases}$$

3/رسم المنحنيات:



مثال 2:

لتكن الرافدة التالية

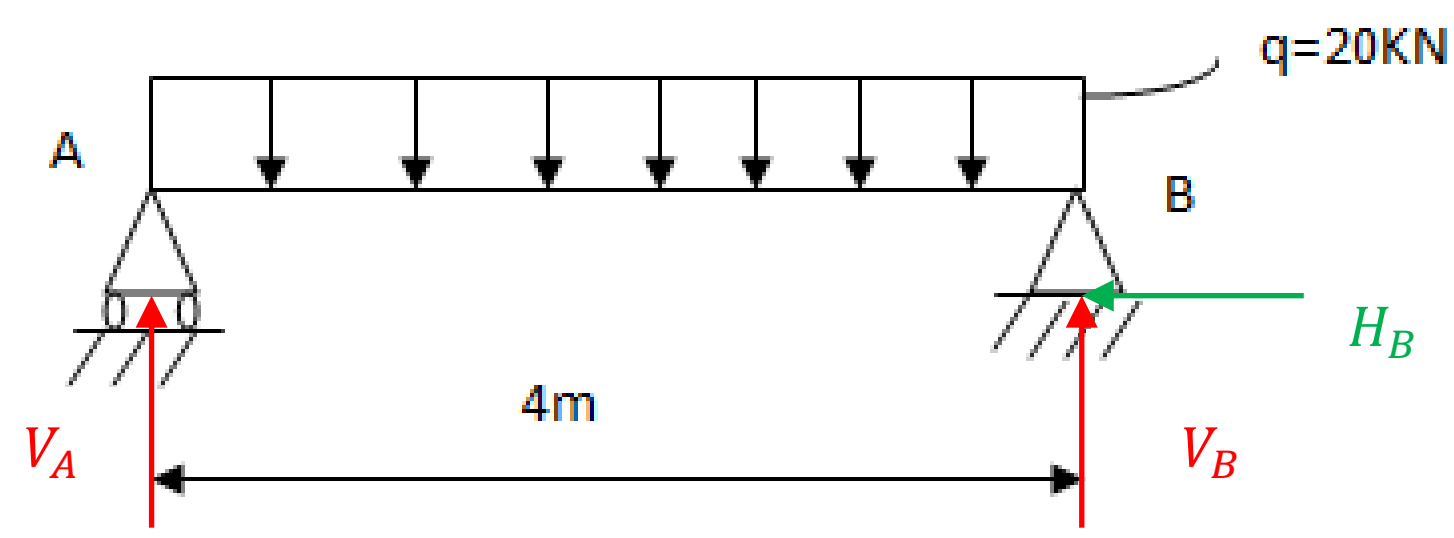


المطلوب: أحسب ردود الأفعال

أحسب الجهود الداخلية للرافدة

الحل:

1/ حساب ردود الأفعال:



فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com • 213 نجاح • najah213.com • 213 نجاح • najah213.com

$\sum F/x = 0 \rightarrow -H_B = 0 \rightarrow H_B = 0$

$\sum F/y = 0 \rightarrow V_A + V_B - q.l = 0$

$\sum F/y = 0 \rightarrow V_A + V_B = q.l$

$\sum F/y = 0 \rightarrow V_A + V_B = 20 \times 4$

$\sum F/y = 0 \rightarrow V_A + V_B = 80KN$ ---------- (1) للتحقيق

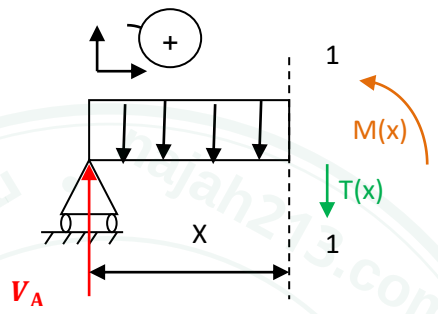
$\sum M/A = 0 \rightarrow q.l(\frac{l}{2}) - V_B \times 4 = 0 \rightarrow V_B.4 = 20 \times 4(\frac{4}{2}) \rightarrow V_B = 40\ KN$

$\sum M/B = 0 \rightarrow -q.l(\frac{l}{2}) + V_A \times 4 = 0 \rightarrow V_A = 20.4(\frac{4}{2}) \rightarrow V_B = 40\ KN$

$40+40=80KN$ ومنه العلاقة(1) محققة

2/حساب الجهود الداخلية:

المقطع1-1:المجال $0 \leq x \leq 4$



$\sum F/y = 0 \rightarrow V_A - T(x) - q.x = 0$

$\rightarrow T(x) = V_A - q.x$

$\rightarrow T(x) = -20x + 40$

$X=0 \rightarrow T(x)=40KN$

$X=4 \rightarrow T(x)=-40KN$

$\sum M/C = 0 \rightarrow V_A.X - q.x(\frac{x}{2}) - M_f(x) = 0$

$\rightarrow M_f(x) = 40.X - 20.x(\frac{x}{2})$

$\rightarrow M_f(x) = 40.x - 10x^2$

$X=0 \rightarrow M_f(x)=0KN$

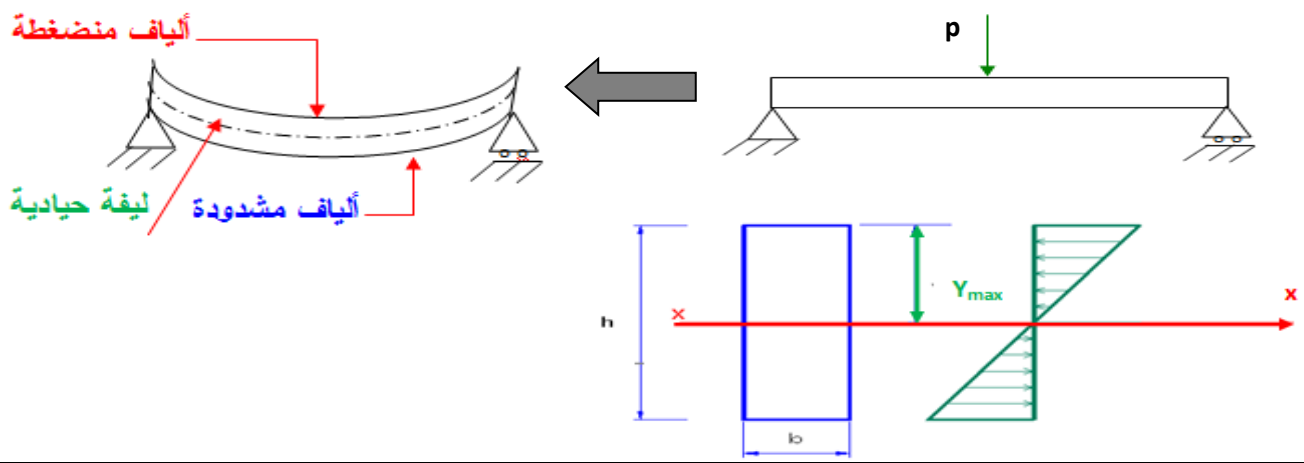
$X=4 \rightarrow M_f(x)=0KN$

6- الإجهادات:

من الضروري حساب الاجهادات لمعرفة قدرة تحمل (مقاومة)عناصر المنشآت في الانحناء البسيط المستوي ينتج عن الرافدة اجهادين

1-6 الإجهاد الناظمي:

إن هذا التحريض يشوه الرافدة مكون منطقتين ،منطقة مشدودة وأخرى مضغوطة يفصلهما محور حيادي لا يتقلص ولا يتمدد ، كما ينتج عن الانحناء البسيط إجهادات ناظمية عمودية على المقطع يرمز لها بالرمز σ .



يكون الإجهاد الناظمي موجبا (+)في المنطقة المشدودة وسالبا(-)في المنطقة المضغوطة ويعطى بالعلاقة التالية:

$$\sigma = \frac{M}{\frac{I_{xx'}}{y}}$$

حيث:

M:عزم الانحناء بالنسبة للرافدة.

$I_{xx'}$:عزم العطالة بالنسبة للمحور الحيادي.

Y:هو المسافة بين المحور الحيادي والمسافة المراد حساب الإجهاد فيها.

$\frac{I_{xx'}}{y}$: عزم المقاومة أو طاولة الانحناء و يرمز لها بـ : **$W_{xx'}$**

الإجهاد الناظمي الأعظمي: الإجهاد الناظمي يأخذ قيمته العظمى في المقطع الخطير أين يكون عزم الانحناء أعظمي.

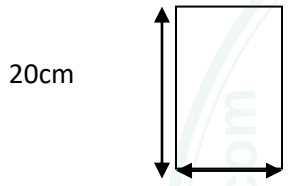
و تصبح العلاقة :

$$\sigma_{max} = \frac{Mf_{max}}{\frac{I_{xx'}}{y_{max}}}$$

شرط المقاومة: إن تحقيق المقاومة للانحناء يتم بتحديد المقطع الخطر الذي يخضع للإجهاد الأعظمي (σ_{max})، بحيث:

$$\boldsymbol{\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}}$$

تطبيق: من المثال رقم 1 تحقق من شرط المقاومة إذا اعتبرنا أن $\bar{\sigma} = 1000N/cm^2$ والمقطع موضح في الشكل



الحل: لدينا :

$$\boldsymbol{\sigma_{max} \leq \bar{\sigma}}$$

$$\sigma_{max} = \frac{Mf_{max}}{\frac{I_{xx'}}{y_{max}}} \qquad \mathbf{MF_{max}=12kn\ ,\ I_{xx'}=\frac{bh^3}{12}=\frac{12\times(20)^3}{12}=8000cm^4\ ,\ Y=\frac{h}{2}=\frac{20}{2}=10cm}$$

$$\boldsymbol{\sigma_{max} = \frac{12\times10^2\times10^3}{\frac{8000}{10}} \leq \sigma}$$

شرط المقاومة غير محقق لذا يجب تغير أبعاد الرافدة $1500N/cm^2 \leq 1000N/cm^2$

2-6 الإجهاد المماسي:

إن الاجهادات المماسية لمقطع رافدة ناتج عن فعل هو القص T.

الإجهاد المماسي **τ** في المقطع يعطى بالعلاقة التالية:

$$\boldsymbol{\tau = \frac{T.S_X}{Ixx'.b}}$$

S_X: العزم السكوني للمساحة الموجودة فوق الليفة المطلوبة للمحور الحيادي.

b: قاعدة المقطع (عرضه)

الإجهاد المماسي الأعظمي :

$$\boldsymbol{\tau_{max} = \frac{T_{max}.S_X}{Ixx'.b}}$$

من المفيد بالنسبة للمقطع ذات المساحات البسيطة، التعامل مع علاقة الإجهاد المماسي المختصرة التالية:

$$\tau_{max} = K.\frac{T_{max}}{\Omega}$$

حيث Ω: مساحة المقطع.

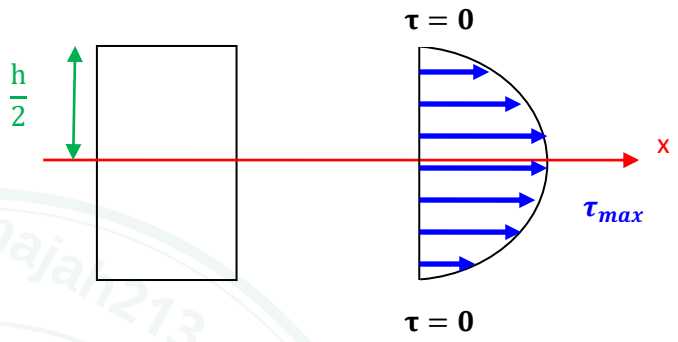
K : معامل يتعلق بشكل المساحة و قيمته بالنسبة : * لمساحة مستطيل **K =3/2 :**

*لمساحة مثلث: **K = 2/3**

* لمساحة دائرة: **K = 4/3**

التمثيل البياني للإجهاد المماسي :

هو عبارة عن قطع مكافئ



شرط المقاومة: المقطع يقاوم الجهد القاطع إذا تحقق الشرط

$$\tau max \leq \bar{\tau}$$

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً