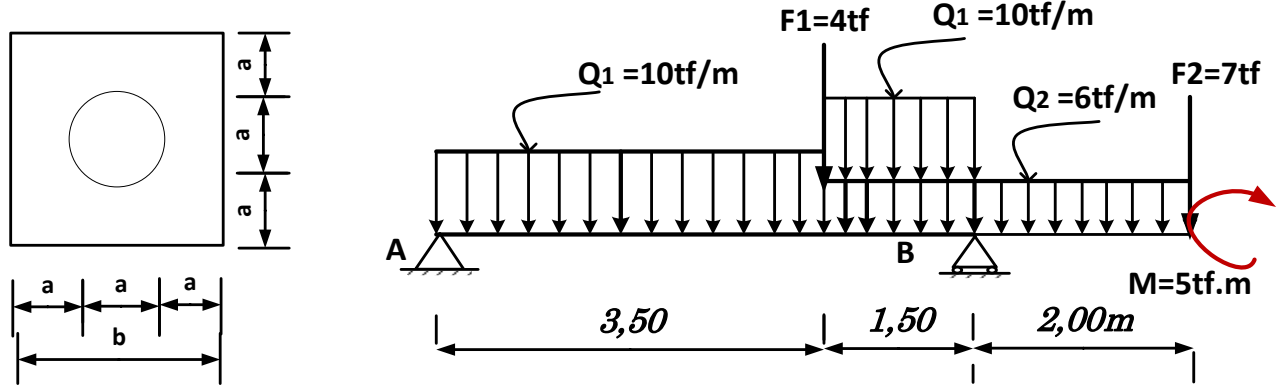


سلسلة رقم 1 تمارين الانحناء البسيط

التمرين - 1 -

نقوم بدراسة رافدة الممثلة بالرسم الميكانيكي (الشكل 1): (A) مسند بسيط (B) مسند مضاعف ومقطعها مبين في (الشكل 2)



الشكل-2-

1. أ. أحسب قيم ردود الأفعال في المسندين (A) و (B).

ب. أكتب معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f) على طول الرافدة مع رسم منحنييهما.

2 أ. تحقق من أن عزم العطالة لمقطع المار من مركز الثقل والموازي لمحور الفواصل يقدر بـ : $I_{xx} = 6.7 \times a^4$

ب. علما أن أقصى عزم يقدر بـ : $M_{f \max} = 31.00 \text{ tf.m}$ والإجهاد المسموح هو : $\bar{\sigma} = 1600 \text{ dan / cm}^2$

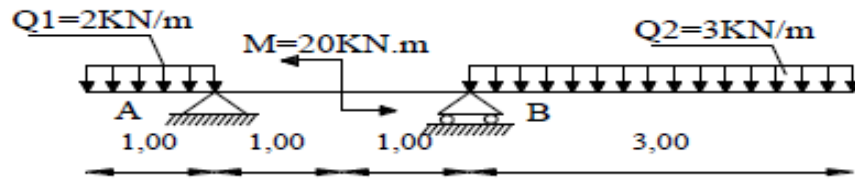
ج. أحسب قيمة a (نأخذ a عدد طبيعي) ثم أستنتج b طول مقطع الافدة .

التمرين - 2 -

نقوم بدراسة رافدة معدنية مقطعها على شكل حرف I مجنب (IPE) في الجدول أسفله تستند على مسندين

A مسند مضاعف (مزدوج) و (B) مسند بسيط . تحت تأثير جملة من القوى حيث :

$Q_1 = 3 \text{ KN / m}$; $Q_2 = 2 \text{ KN / m}$; $M = 20 \text{ kN.m}$ المعرفة بالرسم الميكانيكي التالي :



IPE	(cm ⁴)		(cm ³)	
	I _{XX}	I _{YY}	W _{XX}	W _{YY}
80	80.1	8.49	20.0	3.69
100	171	15.9	34.2	5.79
120	318	27.7	53.0	8.65
140	541	44.9	77.3	12.3
160	869	68.3	109	16.7
180	1317	101	146	22.2
200	1943	142	194	28.5

العمل المطلوب:

1- أحسب قيم ردود الأفعال عند المسندين A و B .

2- أكتب معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الإنحناء (M_f) على طول

الرافدة.

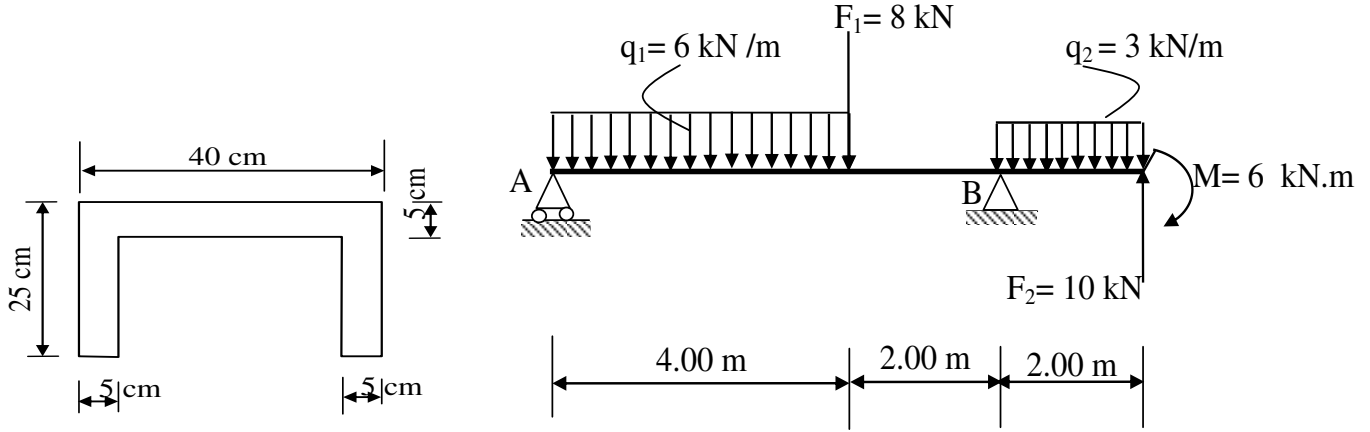
3- أرسم المنحنيات للجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f).

4- الرافدة المعدنية خاضعة لعزم انحناء أعظمي $M_{fmax} = 17.5 \text{ kN.m}$

أوجد المجنب المناسب الذي يستطيع مقاومة هذا العزم بكل أمن علما أن: $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN / cm}^2$

التمرين - 3 -

نقوم بدراسة رافدة الممثلة بالرسم الميكانيكي (الشكل 1): (A) مسند بسيط (B) مسند مضاعف ومقطعها مبين في (الشكل 2)



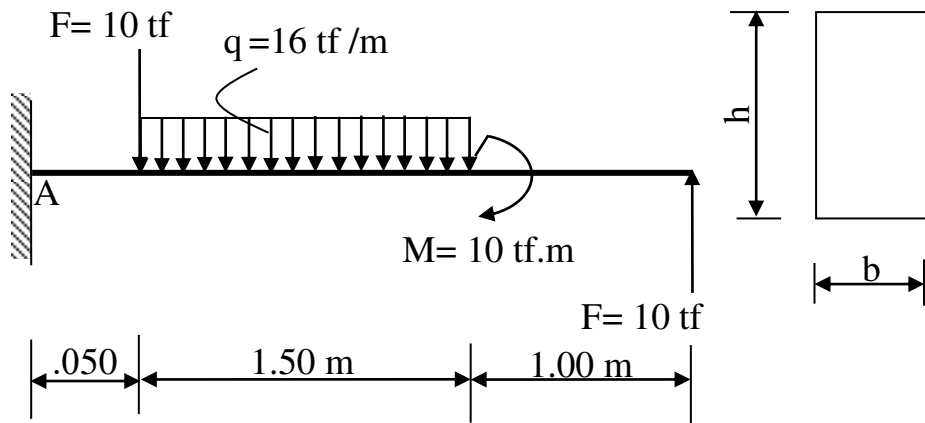
1. أ. أحسب قيم ردود الأفعال في المسندين (A) و (B).

ب. أكتب معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f) على طول الرافدة مع رسم منحنييهما.

2. تحقق من شرط المقاومة للشد و للانضغاط علما أن الإجهاد المسموح به $\sigma_t = \sigma_c = 50 \text{ MPa}$.

التمرين - 4 -

رافدة من الخرسانة المسلحة مقطعها مستطيل مثبتة في A: (اندماج). كما هو مبين في الشكل الميكانيكي - 5 - .



الشكل - 5 -

العمل المطلوب :

1 - أحسب قيم ردود الأفعال في المسند A.

2 - أكتب معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f) على طول الرافدة .

3 - أرسم منحنييهما ، ثم استنتج قيمتي T_{max} و M_{fmax} .

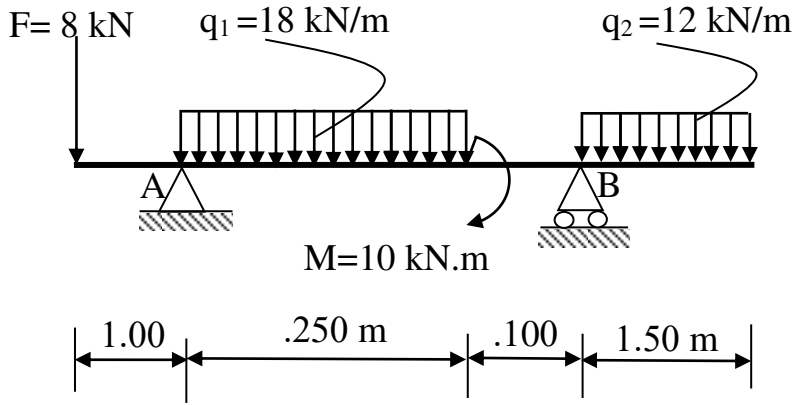
4- نفرض أن الرافدة متجانسة أحسب أبعاد مقطع الرافدة (b و h) علما أن: $\bar{\sigma} = 187.5 \text{ daN / cm}^2$ و $b = \frac{1}{2} h$

5- تحقق من مقاومة الرافدة للقص علما أن $\bar{\tau} = 45 \text{ daN / cm}^2$

التمرين - 5 -

نقوم بدراسة رافدة معدنية تحت تأثير حملتين موزعتين بانتظام وقوة مركزة و عزم (الشكل - 3 -) حيث:

(A) مسند مضاعف (مزدوج) و (B) مسند بسيط .



الشكل - 3 -

العمل المطلوب:

1- أحسب قيم ردود الأفعال عند المسندين A و B .

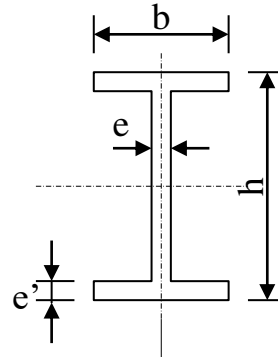
2- أكتب معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f) على طول الرافدة. يعطى السلم: 1cm $\rightarrow$ 6kN

3- أرسم المنحنيات للجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f). 1cm $\rightarrow$ 3kN.m

4- الرافدة المعدنية عبارة عن مجنب (IPE) (الشكل - 4 -) خاضعة لعزم إنحناء أعظمي $M_{fmax} = 13.5 \text{ kN.m}$

أوجد المجنب المناسب الذي يستطيع مقاومة هذا العزم بكل أمن علما أن: $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN / cm}^2$

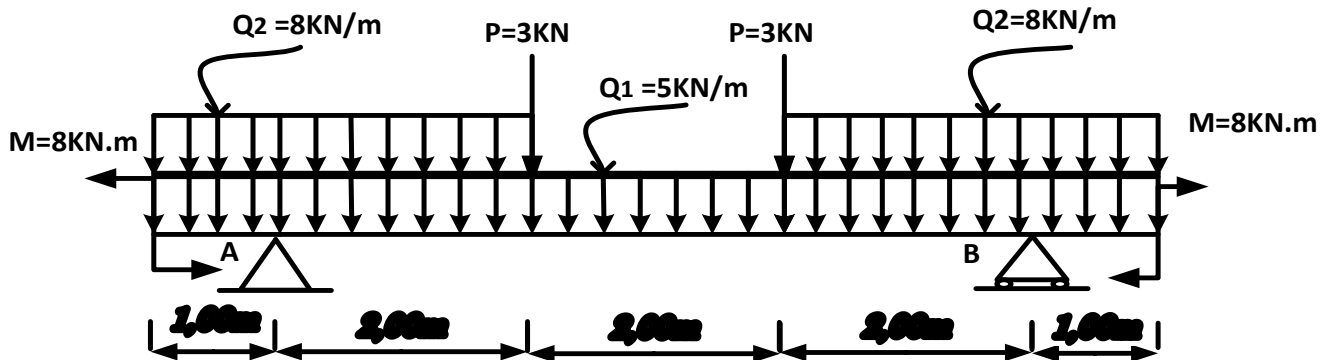
IPE	(cm ⁴)		(cm ³)	
	I _{XX}	I _{YY}	W _{XX}	W _{YY}
80	80.1	8.49	20.0	3.69
100	171	15.9	34.2	5.79
120	318	27.7	53.0	8.65
140	541	44.9	77.3	12.3
160	869	68.3	109	16.7
180	1317	101	146	22.2
200	1943	142	194	28.5



الشكل - 4 -

التمرين - 6 -

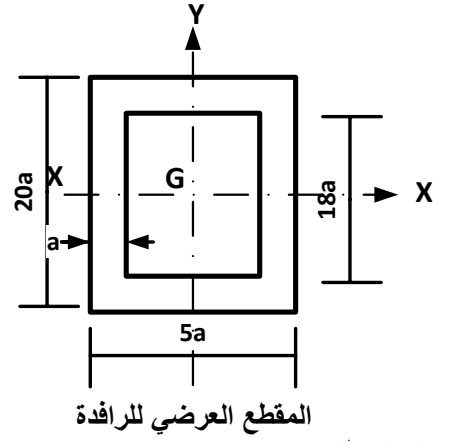
نريد دراسة رافدة لتحديد أبعاد مقطعها العرضي من الفولاذ محملة كما يوضحه الشكل - 3 -.



الشكل - 3 -

$\left(\frac{5626}{3}\right)a^4$	عزم عطالة المقطع العرضي I_{xx}
30KN.m	عزم الانحناء الأعظمي $M_{f_{max}}$
1600 daN/cm ²	الاجهاد المسموح به $\bar{\sigma}$

الجدول 2



العمل المطلوب:

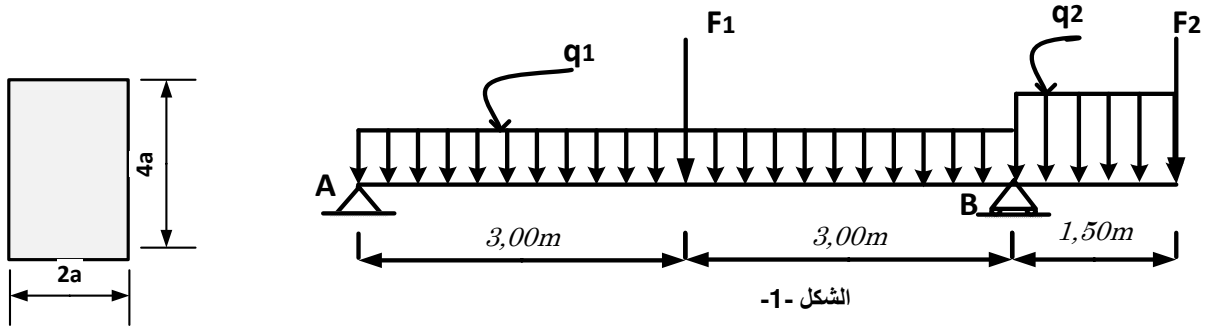
- 1- أحسب قيم ردود الأفعال عند المسندين A و B .
- 2- أكتب معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f) على طول الرافدة.
- 3- أرسم المنحنيات للجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f).
- 4- حسب القيم المدونة في الجدول 2-

- تأكد من قيمة عزم العطالة I_{xx} بدلالة a
- حدد قيمة البعد a التي من أجلها يتحقق شرط المقاومة .

التمرين -7-

نقوم بدراسة رافدة المبينة في الشكل الميكانيكي (الشكل - 3 -) مقطوعها مستطيل تحت تأثير حمولتين موزعتين بانتظام

حيث: مسند مضاعف (مزدوج) و (B) مسند بسيط .
 $q_1 = 18 \text{ KN/m}$ و $q_2 = 20 \text{ KN/m}$ وقوى مركزة $F_1 = 12 \text{ kN}$ و $F_2 = 19 \text{ kN}$



الشكل -1-

العمل المطلوب:

- 1- أحسب قيم ردود الأفعال عند المسندين A و B .
- 2- أكتب معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f) على طول الرافدة.
- 3- أرسم المنحنيات للجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f) على طول الرافدة علماً أن

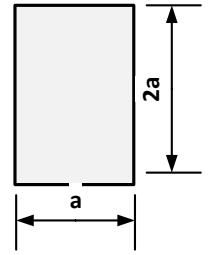
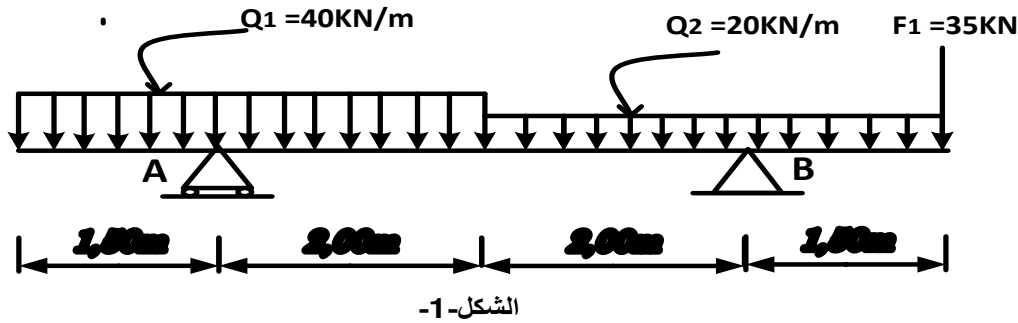
• العزم الأعظمي المطبق على الرافدة يقدر بـ : $M_{f_{max}} = 89.25 \text{ KN.m}$

الاجهاد الناظمي المسموح هو : $\bar{\sigma} = 50 \text{ daN/cm}^2$

- حدد قيمة البعد a التي من أجلها يتحقق شرط المقاومة .

التمرين - 8 -

بغض دراسة رافدة مرتكزة على مسندين A و B خاضعة للتحميلات الموضحة في الشكل الميكانيكي (الشكل - 1 -)
مقطعها العرضي مستطيل الموضح في الشكل (الشكل - 2 -)



العمل المطلوب:

1. أحسب قيم ردود الأفعال عند المسندين A و B .
2. أكتب معادلات الجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f) على طول الرافدة.
3. بسلم رسم معلوم أرسم المنحنيات للجهد القاطع (T) وعزم الانحناء (M_f).
4. استنتج القيم العظمى للجهد القاطع وعزم الانحناء .
5. علما أن الإجهاد الأنطاقي المسموح هو : $\bar{\sigma} = 340 \text{ dan / cm}^2$
 - أحسب عزم العطالة I_{xx} بدلالة a للمقطع بالنسبة للمحور المار من مركز الثقل .
 - أوجد قيمة a حتى يحقق المقطع شرط المقاومة .
- 6 - أحسب الإجهاد المماسي الأعظمي

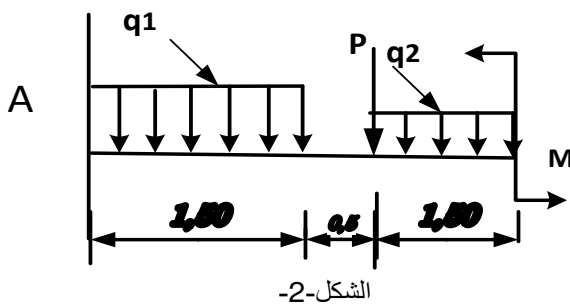
التمرين - 9 -

لتكن الرافدة المدمجة في A الموضحة في الشكل الموالي :

$$q_2 = 72 \text{ kN / m} \quad q_1 = 132 \text{ kN / m}$$

$$P = 58 \text{ kN}$$

$$M = 126 \text{ kN.m}$$



العمل المطلوب:

1. أحسب ردود الأفعال عن الوثاقة A.
2. كتابة معادلات الجهد القاطع T وعزم الانحناء M_f على طول الرافدة
3. أرسم منحنييهما باستعمال السلم :

$$(X) : 0.5\text{m} \rightarrow 1\text{cm}$$

$$T(X) : 60\text{kN} \rightarrow 1\text{cm}$$

$$M_f(X) : 60\text{kN.m} \rightarrow 1\text{cm}$$

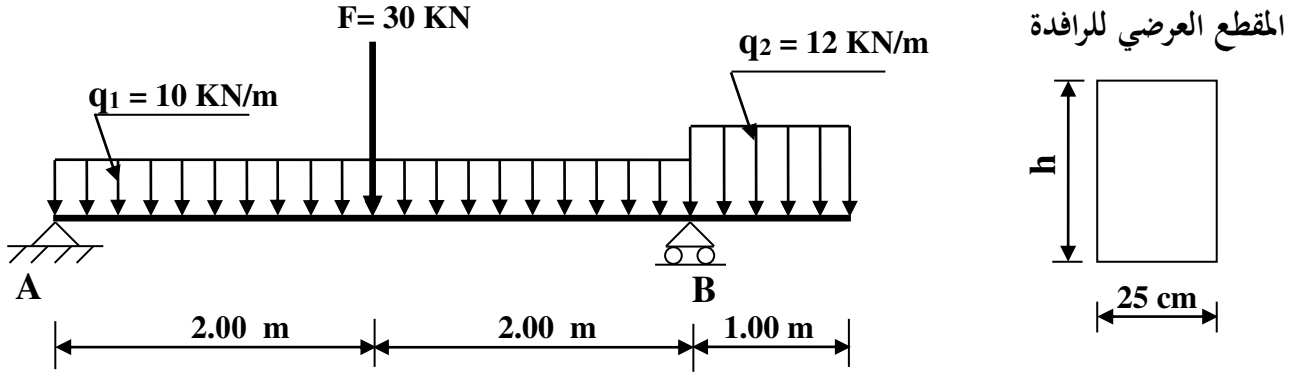
4. استخرج القيم القصوى T_{max} و M_{fma} .

5. حدد أبعاد المقطع المستطيل $a \times b$: $(4a=7b)$ الذي يقاوم بكل أمن حيث الإجهاد الأناظمي المسموح هو :
 $\bar{\sigma} = 1200 \text{ kg / cm}^2$

إذا علمت أن : $a=31.5 \text{ cm}$ و $b=18 \text{ cm}$ أوجد مقدار الإجهاد المماسي الأعظمي $\tau_{\max}$.

التمرين - 10 -

نريد دراسة رافدة من مادة متجانسة ترتكز على مسندين أحدهما مزدوج (A) والآخر بسيط (B) مقطوعها العرضي مستطيل تتلقى حمولات كما يوضح رسمها الميكانيكي في الشكل (1).



الشكل (1)

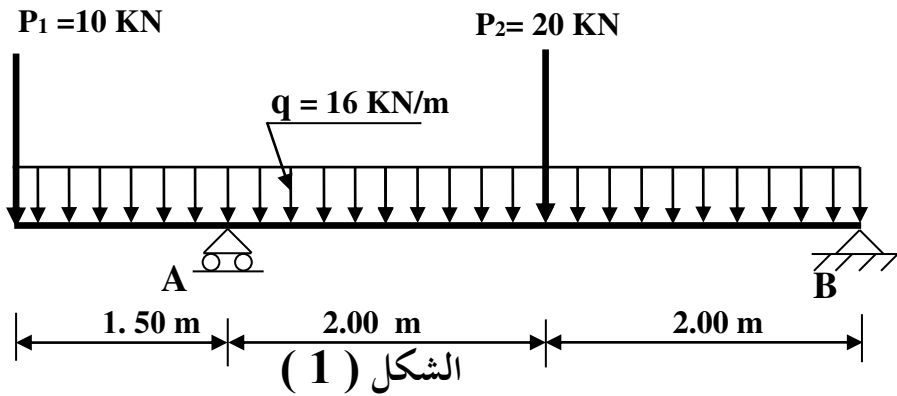
المطلوب :

1. احسب ردود الأفعال عند المسندين (A) و (B).
2. اكتب معادلات الجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (Mf) على طول الرافدة ثم أرسم منحنييهما.
3. احسب الارتفاع h لمقطع الرافدة الذي يحقق المقاومة علما أن عزم الانحناء الأقصى

$$\bar{\sigma} = 110 \text{ daN/cm}^2 \text{ و } M_{f\max} = 47 \text{ KN.m}$$

التمرين - 11 -

رافدة معدنية ترتكز على مسندين أحدهما بسيط (A) والآخر مزدوج (B) وتخضع لجملة من الحمولات كما يوضح رسمها الميكانيكي في الشكل (1).



الشكل (1)

المطلوب :

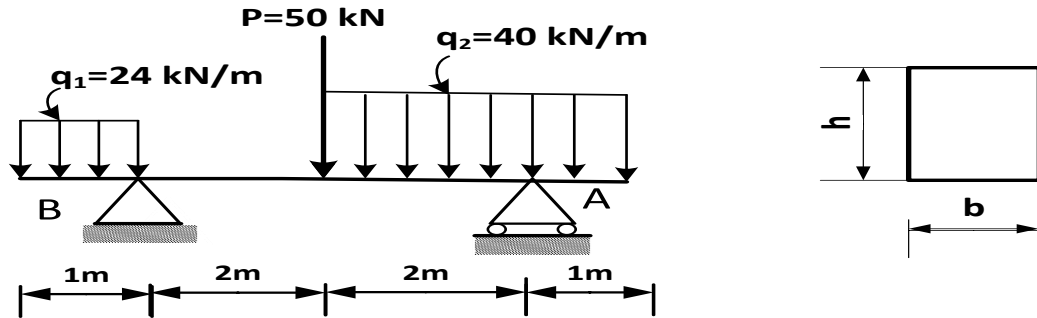
1. احسب ردود الأفعال عند المسندين (A) و (B).
2. اكتب معادلات الجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (Mf) على طول الرافدة ثم أرسم منحنييهما.
3. الرافدة المستعملة عبارة عن مجنب IPE 220 معامل مقاومته $W_{xx'} = 252 \text{ cm}^3$ والإجهاد المسموح به له

$$\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN / cm}^2$$

— تحقق من مقاومة الرافدة علما أن عزم الانحناء الأعظمي $M_{f\max} = 35.50 \text{ KN.m}$

التمرين - 12 -

رافدة من مادة متجانسة مقطعها مستطيل ترتكز على مسندين أحدهما بسيط (A) والآخر مزدوج (B) وتخضع لجملة من الحمولات كما يوضح رسمها الميكانيكي في الشكل (1).



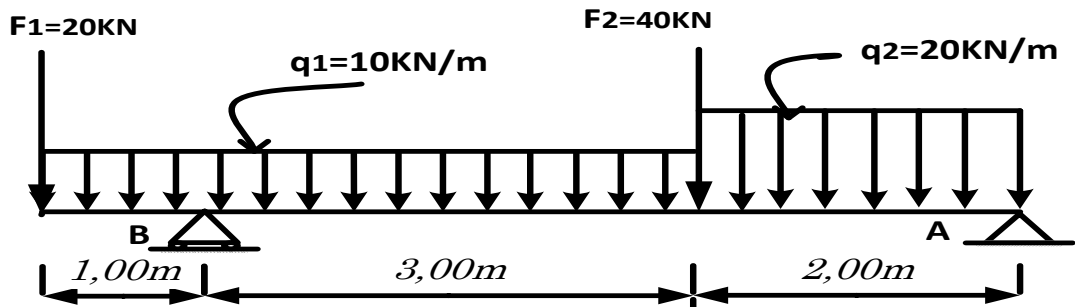
(الشكل 1)

المطلوب :

1. احسب ردود الأفعال عند المسندين (A) و (B).
2. اكتب معادلات الجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (Mf) على طول الرافدة
3. أرسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (Mf) على طول الرافدة
4. حدد أبعاد مقطع الرافدة من أجل اجهاد ناظمي اعظمي هو : $\sigma_{\max} = 92.50 \text{ dan / cm}^2$ و اجهاد المماسي الأعظمي : $\tau_{\max} = 10.875 \text{ dan/cm}^2$

التمرين - 13 -

رافدة معدنية من نوع IPN ترتكز على مسندين أحدهما مزدوج (A) والآخر بسيط (B) وتخضع لجملة من الحمولات كما يوضح رسمها الميكانيكي في الشكل (1).



الشكل - 1 -

المطلوب :

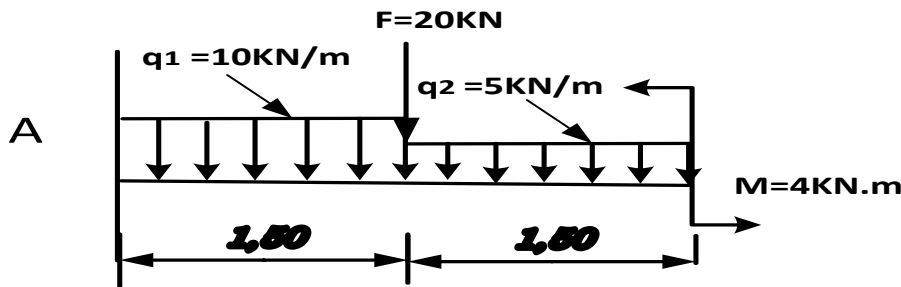
1. احسب ردود الأفعال عند المسندين (A) و (B).
2. اكتب معادلات الجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (Mf) على طول الرافدة ثم أرسم منحنييهما.
3. أوجد المجنب المناسب الذي يحقق مقاومة الرافدة علما أن الإجهاد المسموح به $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN/cm}^2$

340	320	300	280	260	240	نوع المجنب IPN
923	782	653	542	442	354	$W_{xx} (\text{cm}^3)$

جدول المجنبتات

التمرين - 14 -

رافدة معدنية مثبتة عند A ادماج تحت تأثير حمولة موزعة بانتظام وقوى مركزة وعزم مركز نما هو موضح في الشكل التالي (الشكل - 3 -) .



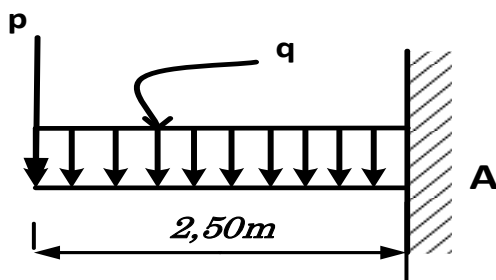
المطلوب :

1. احسب ردود الأفعال عند المسندين (A) و (B).
2. اكتب معادلات الجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (Mf) على طول الرافدة .
3. أرسم المنحنيات البيانية للجهد القاطع (T) و عزم الانحناء (Mf) على طول الرافدة .
4. اوجد قيم القصوى Tmax و Mfmax .
5. - ذا علمت ان الرافدة المعدنية المستعملة عبارة عن مجنب (IPE) _أوجد المجنب المناسب الذي يستطيع مقاومة هذا العزم لعزم إنحناء أعظمي والإجهاد المسموح به:

$$\bar{\sigma} = 2400 \text{ daN / cm}^2$$

IPE	h (mm)	b (mm)	a (mm)	e (mm)	$W_{xx} = \frac{I_{xx}}{V}$	S (cm ²)
100	100	55	4.1	5.7	34.2	10.3
120	120	64	4.4	6.3	53	13.2
140	140	73	4.7	6.9	77.3	16.4
160	160	82	5.0	7.4	109	20.1
180	180	91	5.3	8	146	23.9
200	200	100	5.6	8.5	194	28.5

التمرين - 15 -



لتكن الرافدة الموثوقة في المسند والممثلة بالرسم التالي :

المطلوب :

- 1- أحسب ردود الأفعال عند الوثاقة بدلالة q و p.
- 2- أكتب معادلات الجهد القاطع وعزم الانحناء بدلالة q و p.
- 3- استخرج القيم القصوى Tmax و Mfmax بدلالة q و p.
- 4- اذا علمت أن p=38 kN و q=88 kN/m تحقق من مقاومة المقطع المستطيل حيث : $\bar{\sigma} = 1200 \text{ kg/cm}^2$ و $\bar{\tau} = 800 \text{ kg/cm}^2$

