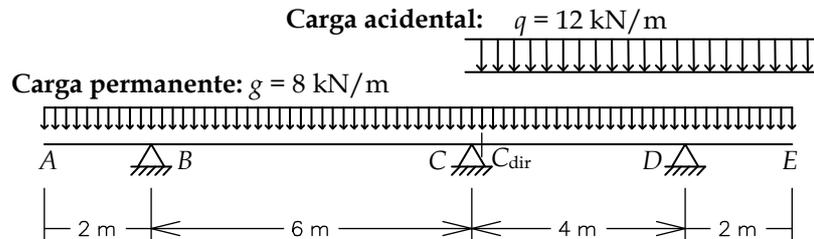


ENG 1204 - ANÁLISE DE ESTRUTURAS II - 1º Semestre - 2013

Terceira Prova - 29/06/2013 - Duração: 2:45 hs - Sem Consulta

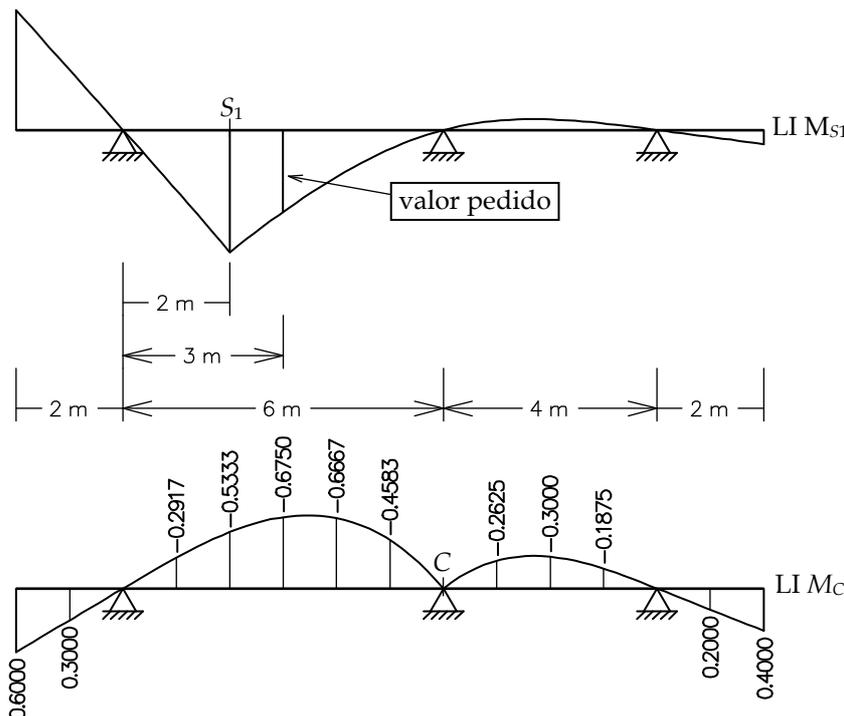
1ª Questão (4,0 pontos)

Para uma viga abaixo, calcule os valores mínimo e máximo do **esforço cortante** na seção C_{dir} (seção transversal localizada imediatamente à direita do apoio C) devidos à carga permanente e à carga acidental indicadas na figura. Todas as barras têm a mesma inércia à flexão EI . Utilize o Processo de Cross para determinar os momentos fletores na viga, com precisão de 1 kNm para momentos fletores (nenhuma casa decimal) e de uma casa decimal para coeficientes de distribuição de momentos.



2ª Questão (1,5 pontos)

Abaixo estão mostradas a linha de influência de momentos fletores na seção S_1 e a linha de influência de momentos fletores na seção C de uma viga. Os valores das ordenadas das linhas de influência estão indicados a cada metro. Calcule a ordenada indicada na LI M_{S_1} .



3ª Questão (3,5 pontos)

Você está envolvido no projeto de uma estrutura, mas perdeu o desenho do modelo estrutural. Felizmente, você encontrou o arquivo de dados de entrada e saída para o programa de computador que foi utilizado para fazer a análise estrutural. Este arquivo está reproduzido na folha seguinte. Os esforços internos nas extremidades das barras são fornecidos nos sistemas de eixos locais das barras com a convenção de sinais do Método dos Deslocamentos: esforços normais são positivos no sentido do eixo local x e negativos no sentido contrário; esforços cortantes são positivos no sentido do eixo local y e negativos no sentido contrário; e momentos fletores são positivos quando têm o sentido anti-horário e negativos no sentido contrário. Observe que os valores do deslocamento horizontal e da rotação do nó 1 não puderam ser recuperados do arquivo.

Dados de Entrada e Resultados do Modelo Computacional

Coordenadas Nodais e Condições de Suporte

Nó	X (m)	Y (m)	Desloc. X (tipo)	Desloc. Y (tipo)	Rotação Z (tipo)	Mola X (kN/m)	Mola Y (kN/m)	Mola Z (kNm/rad)
1	0.0	0.0	Mola	Fixo	Mola	1000.0	0.0	100000.0
2	10.0	0.0	Fixo	Fixo	Fixo	0.0	0.0	0.0
3	0.0	3.0	Livre	Livre	Livre	0.0	0.0	0.0
4	6.0	3.0	Livre	Livre	Livre	0.0	0.0	0.0
5	-2.0	6.0	Livre	Livre	Livre	0.0	0.0	0.0
6	0.0	6.0	Livre	Livre	Livre	0.0	0.0	0.0
7	2.0	6.0	Livre	Livre	Livre	0.0	0.0	0.0

Dados das Barras

Barra	Nó inicial	Nó final	Rótula inicial	Rótula final	Mod.Elast. (kN/m ²)	Área Seção (m ²)	Mom.Inércia (m ⁴)
1	1	3	Não	Não	1.0e+08	0.01	0.001
2	3	6	Não	Sim	1.0e+08	0.01	0.001
3	4	2	Não	Não	1.0e+08	0.01	0.001
4	4	3	Sim	Não	1.0e+08	0.01	0.001
5	5	6	Não	Não	1.0e+08	0.01	0.001
6	6	7	Não	Não	1.0e+08	0.01	0.001
7	7	4	Não	Não	1.0e+08	0.01	0.001

Dados de Cargas Concentradas em Nós

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kNm)
5	0.0	-20.0	0.0

Dados de Carregamentos Uniformemente Distribuídos em Barras

Barra	Direção	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
4	Local	0.0	12.0
6	Local	0.0	-12.0

Resultados de Deslocamentos e Rotações Nodais

Nó	Desloc. X (m)	Desloc. Y (m)	Rotação Z (rad)
1	xxxxxxxxxxx	+0.000e+00	xxxxxxxxxxx
2	+0.000e+00	+0.000e+00	+0.000e+00
3	-1.550e-03	-2.760e-04	-5.361e-04
4	-1.516e-03	-2.157e-03	+3.155e-04
5	-6.879e-04	-7.671e-04	+3.056e-04
6	-6.879e-04	-4.226e-04	-9.440e-05
7	-7.045e-04	-1.107e-03	-4.773e-04

Resultados de Esforços nas Barras (direções locais)

Barra	Normal		Cortante		Momento	
	Nó inicial (kN)	Nó final (kN)	Nó inicial (kN)	Nó final (kN)	Nó inicial (kNm)	Nó final (kNm)
1	+92.00	-92.00	-2.46	+2.46	+10.64	-18.01
2	+48.86	-48.86	-8.29	+8.29	-24.86	+0.00
3	+16.37	-16.37	-17.72	+17.72	-38.00	-50.62
4	-5.83	+5.83	+28.85	-43.15	+0.00	+42.87
5	+0.00	+0.00	-20.00	+20.00	+0.00	-40.00
6	+8.29	-8.29	+28.86	-4.86	+40.00	-6.29
7	+3.71	-3.71	+8.86	-8.86	+6.29	-38.00

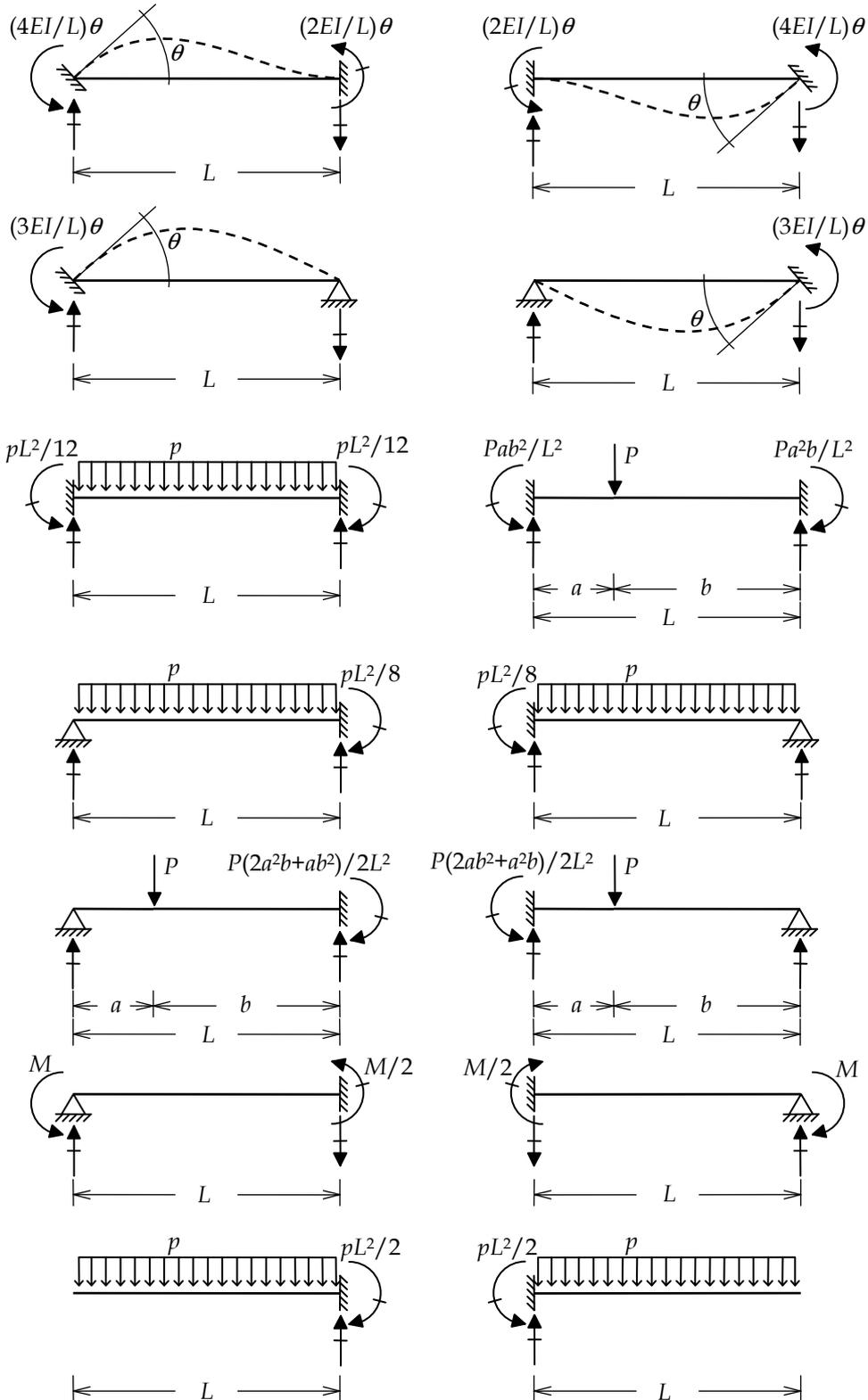
Pede-se:

- Calcule o valor do deslocamento horizontal do nó 1 em metros, indicando seu sentido (para a esquerda ou para a direita) e calcule o valor da rotação do nó 1 em radianos, indicando seu sentido (horário ou anti-horário) (1,0 ponto).
- Desenhe os diagramas de esforços normais, esforços cortantes e momentos fletores fornecidos pelo modelo estrutural. Esforços normais de tração são positivos e de compressão são negativos. Esforços cortantes são positivos quando, entrando com as forças à esquerda de uma seção transversal (de quem olha da fibra inferior para a fibra superior), a resultante das forças na direção transversal à barra for para cima. O diagrama de momentos fletores é sempre desenhado do lado da fibra tracionada (1,5 pontos).
- Ao verificar os diagramas desenhados no item (b), pode-se constatar que existem dois erros nos resultados fornecidos pelo programa de computador. Indique esses dois erros. (1,0 ponto).

4ª Questão (1,0 ponto)

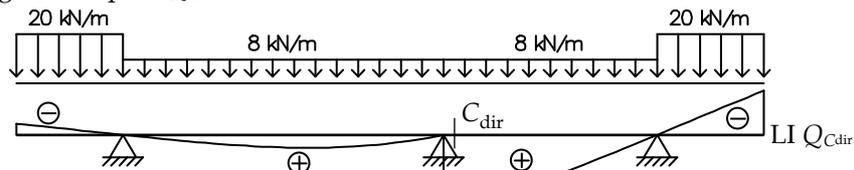
Grau vindo do terceiro trabalho (nota do trabalho x 0,1).

FORMULÁRIO

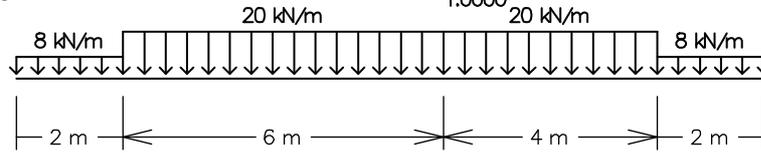


1ª Questão

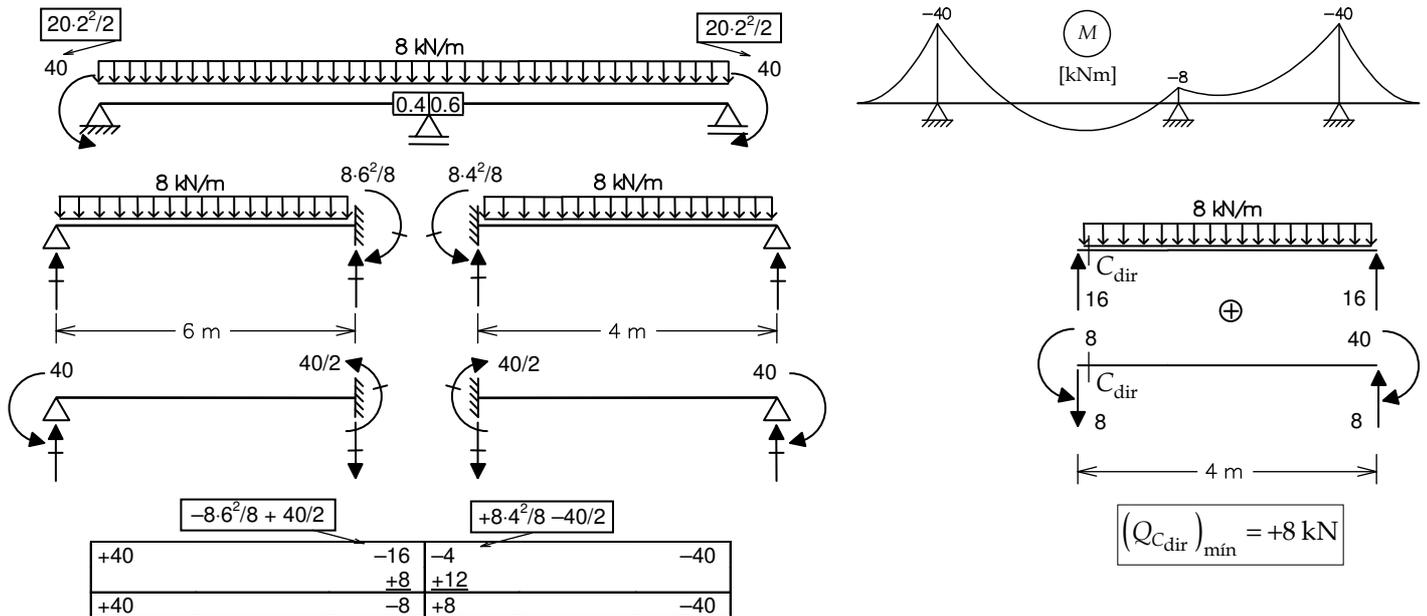
Carregamento para Q_{Cdir} mínimo



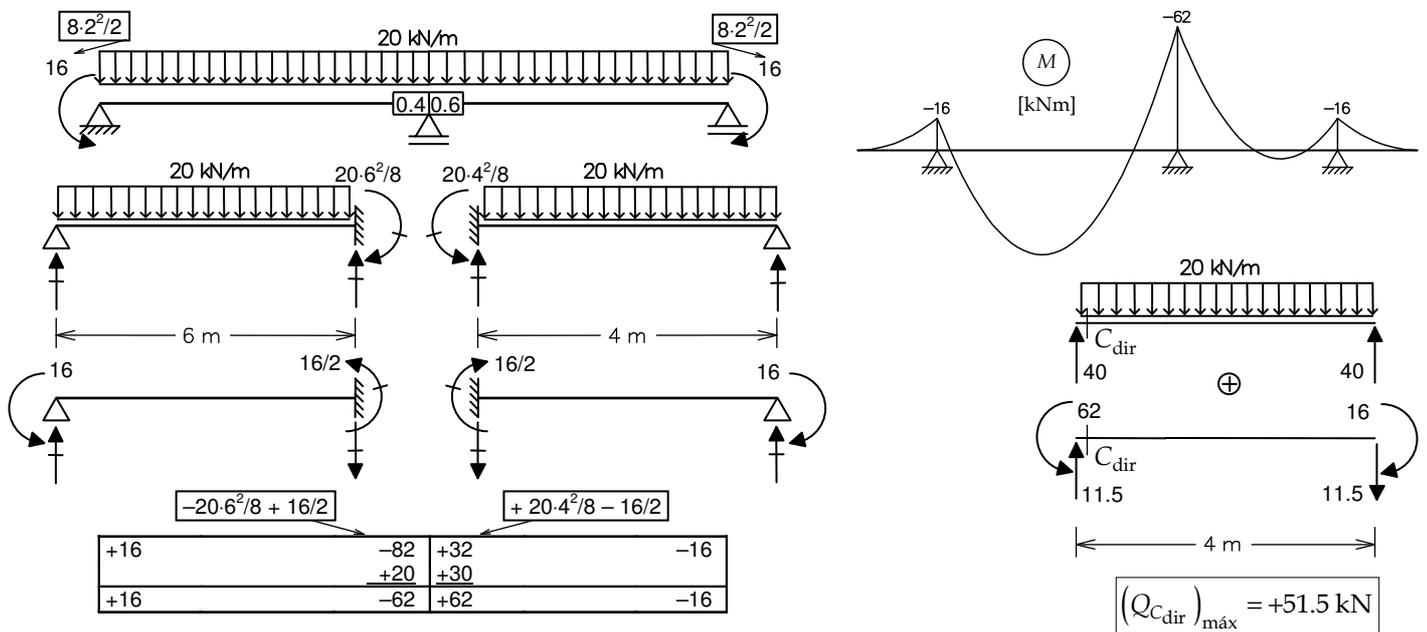
Carregamento para Q_{Cdir} máximo



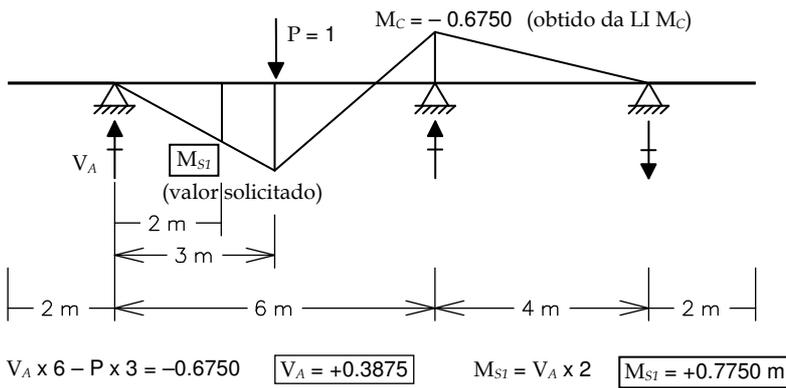
Solução pelo Processo de Cross para o carregamento que provoca Q_{Cdir} mínimo:



Solução pelo Processo de Cross para o carregamento que provoca Q_{Cdir} máximo:



2ª Questão



3ª Questão

Item (a)

Reação força horizontal no apoio elástico translacional no nó 1: $F_x^1 = -K_x \cdot \Delta_z^1$

(a reação força horizontal no apoio elástico translacional é sempre contrária ao deslocamento horizontal do apoio).

Reação força horizontal no apoio elástico translacional no nó 1 é obtida do resultado de esforço cortante na extremidade inicial da barra 1: $Q_i^1 = -2.46 \text{ kN}$.

A direção do esforço cortante positivo na extremidade inicial da barra 1 tem o sentido contrário da reação força horizontal positiva, pois o eixo y local da barra está voltado para a esquerda: $F_x^1 = -Q_i^1$.

Portanto, $F_x^1 = -K_x \cdot \Delta_z^1 = +2.46 \text{ kN}$.

$K_x = 1000 \text{ kN/m}$ (coeficiente de rigidez do apoio elástico translacional).

$\Rightarrow \Delta_z^1 = -2.46 / 1000 = -2.460 \times 10^{-3} \text{ m}$ (desloc. horizontal do nó 1: negativo indica sentido para a esquerda)

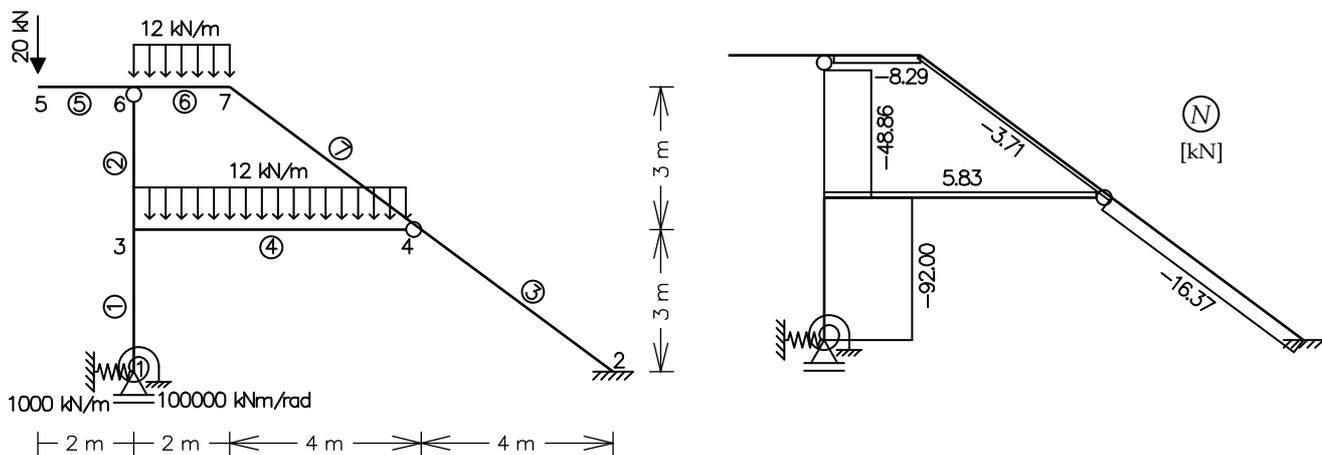
$M_z^1 = -K_z \cdot \theta_z^1 = +10.64 \text{ kNm}$ (reação momento no apoio elástico rotacional no nó 1 obtida do resultado de momento fletor na extremidade inicial da barra 1). A reação momento no apoio elástico rotacional é sempre contrária à rotação do apoio.

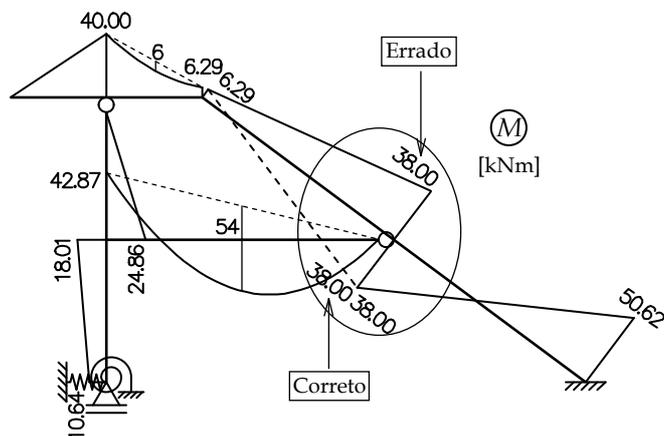
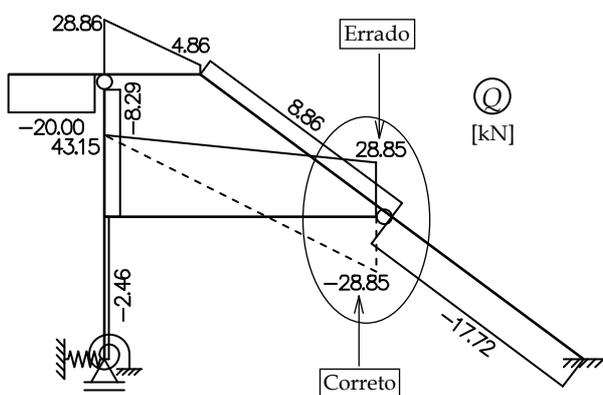
A direção do momento fletor na extremidade inicial da barra 1 tem o mesmo sentido da reação momento.

$K_z = 100000 \text{ kNm/rad}$ (coeficiente de rigidez à rotação do apoio elástico rotacional).

$\Rightarrow \theta_z^1 = -10.64 / 100000 = -1.064 \times 10^{-4} \text{ rad}$ (rotação do nó 1: negativo indica sentido horário)

Item (b)





Item (c)

O primeiro erro está indicado no diagrama de esforços cortantes.

O esforço cortante na extremidade inicial da barra 4 (como está indicado na tabela fornecida) deve ser -28.85 kN em vez de $+28.85$ kN.

O nó inicial da barra 4 está na direita da barra e o nó final está na esquerda. Portanto, o eixo local x está orientado para a esquerda e o eixo local y está orientado para baixo.

Dessa forma, o valor positivo ($+28.85$ kN) do esforço cortante na extremidade inicial dessa barra (dado na tabela) indica uma força atuando para baixo na extremidade direita; e o valor negativo (-43.15 kN) do esforço cortante na extremidade final indica uma força atuando para cima na extremidade esquerda da barra.

Além disso, as forças transversais atuando nas extremidades da barra devem estar em equilíbrio com a resultante da carga transversal atuando no interior da barra.

A resultante do carregamento transversal é de $12 \text{ kN/m} \times 6 \text{ m} = 72 \text{ kN}$ para baixo.

Portanto, as duas forças transversais atuando nas extremidades da barra devem ter uma resultante igual a 72 kN para cima. Para que isso aconteça, é necessário que a força transversal na extremidade direita da barra esteja orientada para cima, o que não está ocorrendo.

O segundo erro está indicado no diagrama de momentos fletores.

A barra 4 tem um rótula na extremidade direita (nó 4). Dessa forma, os momentos fletores nas barras 7 e 3 no nó 4 devem iguais e tracionando fibras do mesmo lado, pois não tem momento fletor nesse nó vindo pela barra 4 (rótula). Observa-se que isso não está ocorrendo. A interpretação dos valores e sinais dos momentos fletores da tabela nas barras 7 e 3 indica que na barra 7 o momento fletor no nó 4 é igual a 38 kNm , tracionando as fibras superiores, e na barra 3 o momento fletor no nó 4 é igual a 38 kNm , tracionando as fibras inferiores.

O enunciado não pede para indicar a correção desse erro, mas a solução correta está indicada na figura.