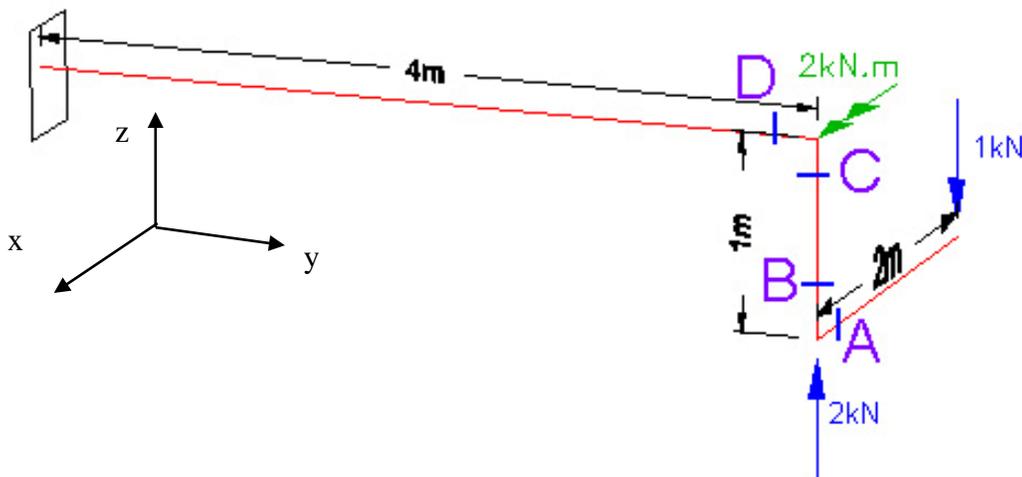


Introdução à Mecânica das Estruturas - exercícios 1

Roteiro para desenhar os esforços solicitantes em estruturas tridimensionais

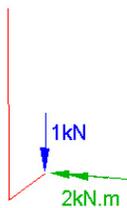
- 1) obter as reações nos apoios e fazer o diagrama do corpo livre;
- 2) aplicar o “teorema do corte” em seções próximas a esforços ativos e a mudanças de direção das barras;
- 3) lembrar que forças normais e momentos são reduzidos/transferidos de uma seção a outra sem novos acréscimos;
- 4) lembrar que forças cortantes são reduzidas/transferidas de uma seção para a outra acrescentando um momento fletor para que seja mecanicamente equivalente.

Exemplo 1. Determinar os diagramas dos esforços solicitantes **na barra** (na direção y) **junto ao engastamento.**



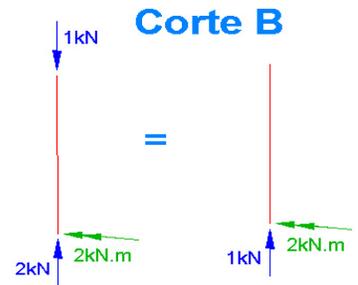
Para determinar os esforços solicitantes no trecho de 4m pode-se aplicar o “teorema do corte” nas seções A, B, C e D fazendo com que as cargas “caminhem” da extremidade livre para o engastamento.

Corte A

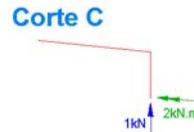


Aplica-se o teorema do corte na seção A, abandonando a parte que tem a extremidade livre. A parte da barra poligonal em balanço junto ao engastamento estará em equilíbrio se a força de 1kN (na direção z) aplicada na extremidade for acoplada à seção A com o acréscimo do momento fletor $1\text{kN} \times 2\text{m}$ (na direção y) para que a força de 1kN aplicada na extremidade seja mecanicamente equivalente a 1kN aplicada em A.

Como de A para B a distância é infinitésima, a força de 1 kN (na direção z) aplicada em A é transferida para seção B sem nenhum acréscimo. O momento em A de 2kNm (em torno do eixo y) também é transferido para B. Há ainda a força de 2kN (na direção z) aplicada entre A e B, que faz com que a força resultante em B seja 1 kN (na direção z).



De B para C a distância é 1m, mas a força normal de 1kN (na direção z) aplicada em B é a mesma em 2kNm (em torno do eixo y) é o mesmo em C.



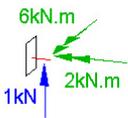
C. O momento em B de

Corte D



Como de C para D a distância é infinitésima, a força de 1kN (na direção z) aplicada em C é transferida para seção D sem nenhum acréscimo. O momento de 2kNm (em torno do eixo y) também é transferido para D para que a parte engastada da barra esteja em equilíbrio. Entre C e D há também o momento de 2kNm (na direção x) que surge em D pois as cargas caminham para o apoio que neste caso é o engastamento.

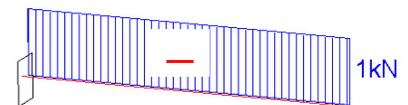
Engastamento



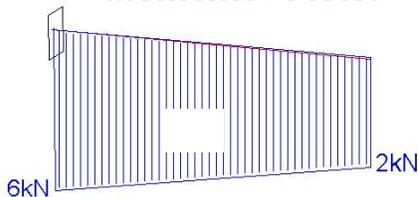
Aplicando o teorema do corte junto ao engastamento, aparecem os momentos de 2kNm (em torno do eixo y) e de 2kNm (em torno do eixo x). A força de 1kN (na direção z) aplicada em D é mecanicamente equivalente a força de 1kN (na direção z) acrescida do momento de $1\text{kN} \times 4\text{ m}$ (em torno do eixo x). Com isso, o momento em torno do eixo x é 6kNm ($2 + 4$). As reações no engastamento terão sentidos contrários.

Na barra na direção y junto ao engastamento, observa-se que de D para o engastamento, há apenas uma força, a cortante de 1kN (na direção z) girando a barra no sentido anti-horário para o observador situado defronte o eixo x (portanto, negativo).

Cortante



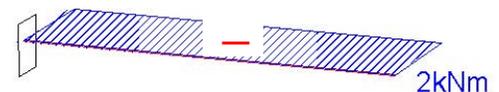
Momento Fletor



O momento fletor em torno do eixo x varia de 2kNm em D para 6kNm no engastamento (sem sinal, desenhado do lado tracionado – tracionando as fibras inferiores).

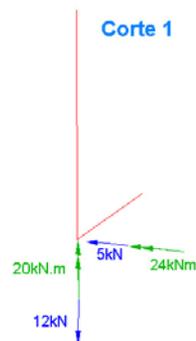
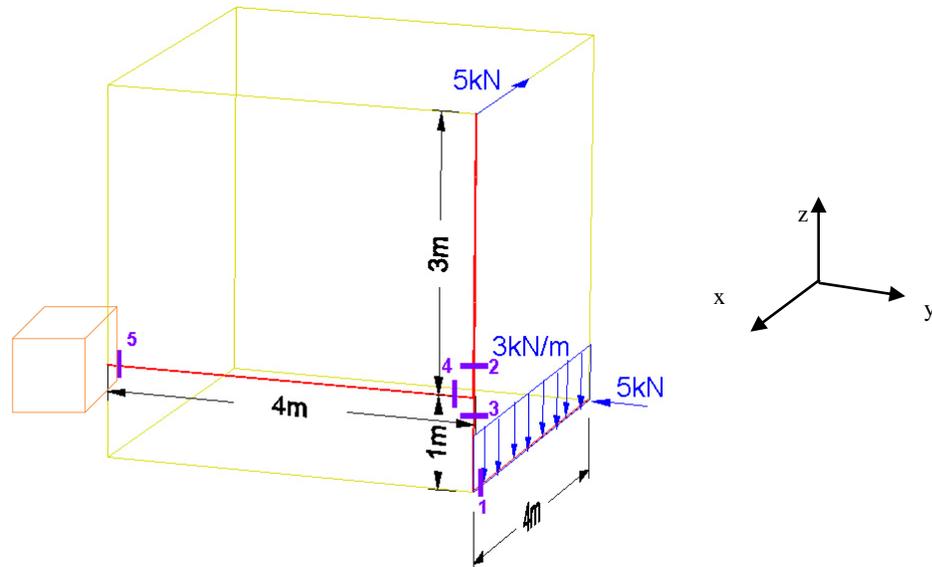
O momento de 2 kNm em torno do eixo y é o momento torçor ou de torção (negativo porque está “entrando” na seção transversal).

Momento Torçor



Exemplo 2. Desenhar os diagramas dos esforços solicitantes na **barra horizontal junto ao engastamento** (na direção do eixo y) da viga em balanço da figura.

Para determinar os esforços solicitantes aplica-se o teorema do corte (teorema fundamental da Resistência dos Materiais) nas seções 1, 2, 3, 4 e 5.



Junto ao corte 1 há duas forças: uma de 5 kN (na direção y que é reduzida/transferida da extremidade livre acompanhada do momento de $5\text{kN} \times 4\text{m} = 20\text{kNm}$). A segunda força de $12\text{kN} = 3\text{kN/m} \times 4\text{m}$ (direção z) é a resultante da uniformemente distribuída (reduzida/transferida para o corte 1 acompanhada do momento $p \times L^2/2 = 3 \times 4^2/2 = 24\text{kNm}$ em torno do eixo y).

Na seção transversal junto ao corte 2, os esforços são a força de 5kN na direção x acrescida do momento $5\text{kN} \times 3\text{m} = 15\text{kNm}$ em torno do eixo y.



Na seção transversal do corte 3, os esforços são a força normal 12 kN na direção z e o momento torçor de 20 kNm e o momento fletor de 24 kNm da seção transversal junto ao corte 1 (as forças normais e momentos são reduzidos/transferidos sem acréscimos). Além disso, a força de 5kN na direção y ao ser reduzido/transferido do corte 1 para o corte 3 acrescenta o momento de $5\text{kN} \times 1\text{m} = 5\text{kNm}$ em torno do eixo x.

Na seção transversal junto ao corte 4, os esforços existentes nas seções transversais junto aos cortes 2 e 3 são reduzidos/transferidos sem acréscimos porque as distâncias são infinitesimais.

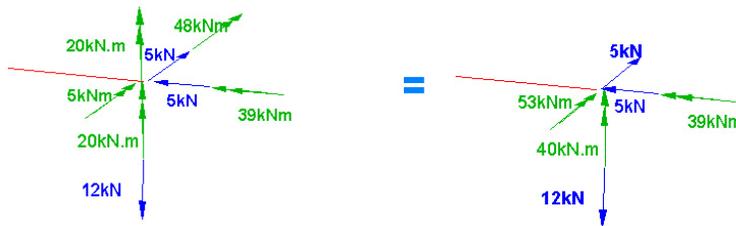
Corte 4

(Soma do Corte 2 com Corte 3)



Na seção transversal junto ao corte 5, os esforços junto ao corte 4 são reduzidos/transferidos com os devidos acréscimos. A força normal de 5kN é a mesma em todas as seções transversais da barra. Os momentos de 39 kNm, 20 kNm e 5 kNm são os mesmos que atuam no corte 4. A força cortante de 5kN na direção x se reduz/transfere acrescentando um momento de $5\text{kN} \times 4\text{m} = 20\text{ kNm}$ em torno do eixo z. A força cortante de 12 kN na direção z se reduz/transfere acrescentando um momento de $12\text{kN} \times 4\text{m} = 48\text{ kNm}$ em torno do eixo x.

Corte 5



Ao desenhar os diagramas dos esforços solicitantes na barra da seção do corte 4 para a seção do corte 5, observa-se que há 3 forças. Duas cortantes, uma constante de 5kN (negativo porque para o observador defronte o eixo z gira a barra para o sentido anti-horário) e constante de 12kN (positivo porque para o observador defronte o eixo x gira a barra para o sentido horário) e uma normal de 5kN (negativo porque entra na seção). Há também 3 momentos: o momento torçor (negativo, em torno do eixo y, entrando na seção) constante e igual a 39 kNm e os momentos fletores variando de 20 a 40 kNm (em torno do eixo z, tracionando as fibras da frente) e de 5 a 53 kNm (em torno do eixo x, tracionando as fibras superiores).

