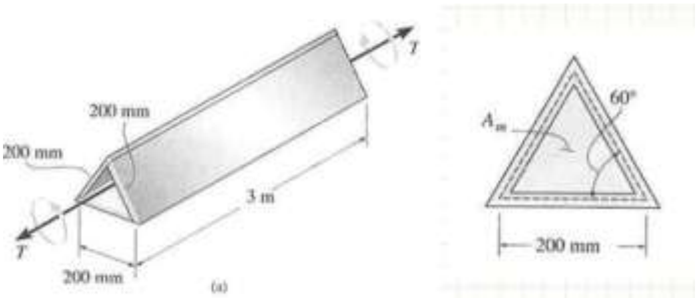
# Exercício - Aula 8 - Solução

O objetivo deste exercício é que os alunos verifiquem como o cálculo de cisalhamento máximo e rotações pode ser feito em tubos de paredes finas de seções arbitrárias.

O problema é apresentado com o seguinte enunciado:

Um tubo triangular, conforme a figura abaixo, de chapas de aço de 5mm de espessura, com G=75GPa. Calcule a tensão de cisalhamento máxima e o ângulo de torção.




**Cálculos Básicos**

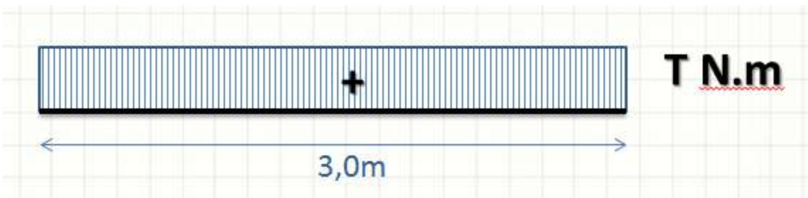
**$A_m$ = b . h / 2**          **h = b.sen 60°**

Resumidamente:

t=0,005m     L = 3 m     G = 75GPa     T = T     P = 3.b     b = 0,2m

**Diagramas**

Como se trata de um momento constante de valor T, positivo, o diagrama é bastante simples:




**Cálculo do Cisalhamento Máximo**

O cisalhamento médio é dado pela expressão:

$\tau_{méd} = T / (2.t.A_m)$

O cisalhamento máximo ocorre na região onde o momento torçor é maior e/ou a espessura e menor; uma vez que o momento torçor a a espessura são constantes, podemos calcular:

$\tau_{máx} = T / (2 . t . (b^2.sen60^o)/2)$

$\tau_{máx} = T/( t .b^2.sen60^o)$

$\tau_{máx} = T/(5.10^{-3} .(2.10^{-1})^2. sen60^o) = T/(20.10^{-5}.sen60^o) = T/(20.10^{-5}. 3^{0,5} / 2) = T/(10.10^{-5}. 3^{0,5})$

$\boldsymbol{\tau_{máx} = = T .10^4 / 3^{0,5}}$ **Pa**

**Cálculo da Rotação**

A rotação é dada pela seguinte expressão:

$\phi = (T.L/(4.A_m{}^2.G)) . \int ds/t$

A rotação deve ser calculada trecho a trecho, considerando que o momento torçor e a espessura deve ser constante em cada um deles. Como ambos são constantes ao longo da viga, basta calcular. Vamos começar pela integral:

$I = \int ds/t$

Como t é constante, podemos transportá-lo para fora da integral:

$I = (1/t) \int ds$

A integral de cada trecho de comprimento ds ao longo do perímetro médio é, exatamente, o perímetro médio total P, que é igual a 3.b. Logo, a integral total é:

$I = 3.b/t$

Voltando para a equação principal:

$\phi = (T.L/(4.A_m{}^2.G)) . \int ds/t = (T.L/(4. G. ( (b^2.sen60^o)/2)^2)) . 3.b/t$

$\phi = 3.b.T.L/(t.4.G.( (b^2.sen60^o)/2)^2) = 3.b.T.L/(t.4.G.b^4.sen^2 60^o/4)$

$\phi = 3.b.T.L/(t.G.b^4.sen^2 60^o) = 3.T.L/(t.G.b^3.sen^2 60^o)$

$\phi = 3.T.L/(t.G.b^3. (3^{0,5} / 2)^2) = 3.T.L/(t.G.b^3. 3 / 4)$

$\phi = T.L/(t.G.b^3/ 4) = 4.T.L/(t.G.b^3)$

$\phi = 4.T.3/(5.10^{-3} . 75.10^9 . (2.10^{-1})^3) = 4.T.3/(5.10^{-3} . 3.25.10^9 . 4.2.10^{-3})$

$\phi = T/(10.10^{-3} . 25.10^9 . 10^{-3}) = T/(25.10^4) = T/((10^2/4).10^4)$

$\boldsymbol{\phi = 4.T/10^6}$ **rad**