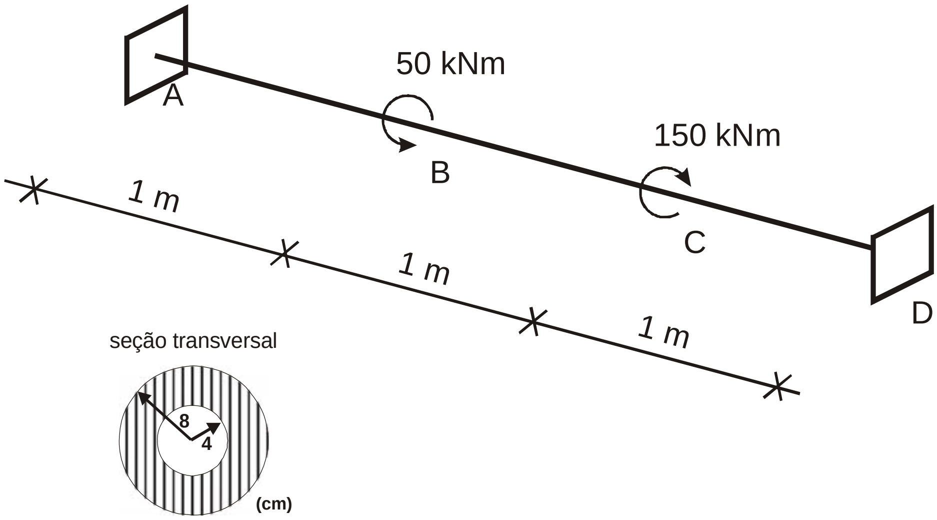
Exercícios de Torção Simples

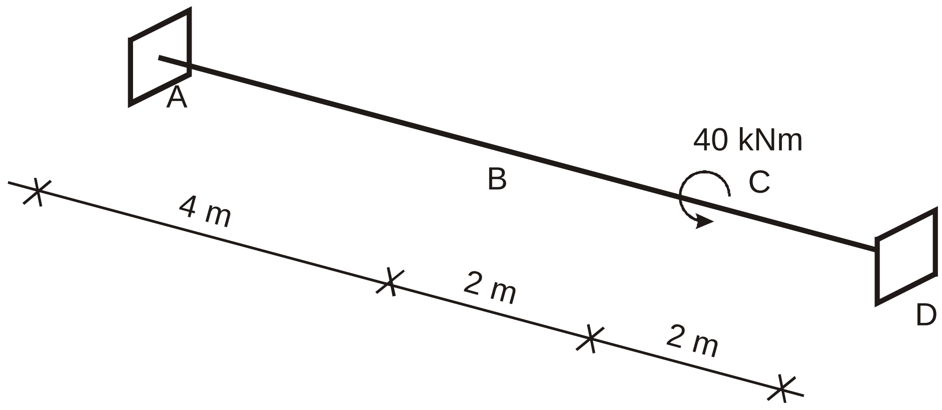
Os exercícios 4 a 13 foram extraídos de: Beer, F. P. e Johnston, Jr., E.R.. Mechanics of Materials. McGraw-Hill, New York, 1981.

1) Determinar o valor da máxima tensão de cisalhamento na barra.



$$\text{Resp}: \quad \tau_{max} = \frac{8330}{6031{,}9} \cdot 8 = 11\, kN/cm^2$$

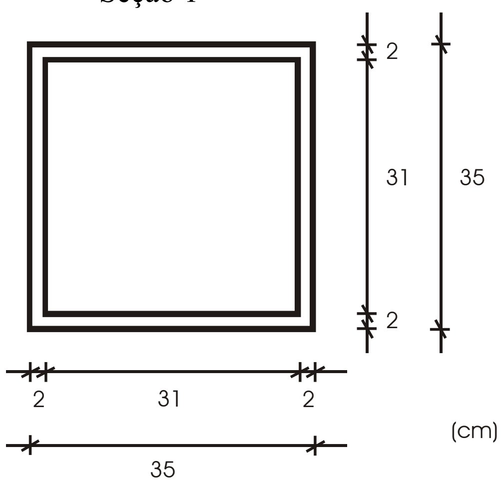
2) Determinar o valor da máxima tensão de cisalhamento na estrutura da figura.



G = 8000 kN/cm²

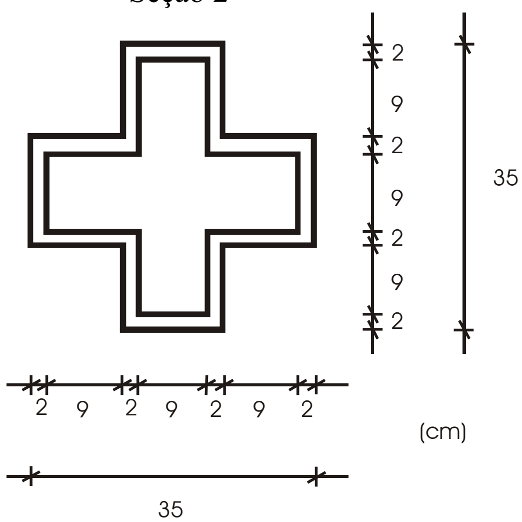
trecho AB:

Seção 1



trecho BD:

Seção 2



Dado:

$$I_t = \frac{4 \cdot A_m^2 \cdot e}{l}$$

Resposta:

Seção 1:

Am = 33 .33 = 1089 cm²

l = 4 .33 = 132 cm

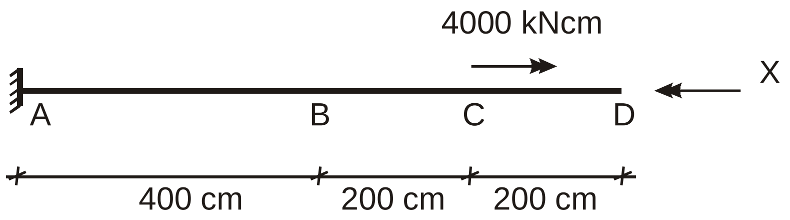
$$I_t = \frac{4 \cdot 1089^2 \cdot 2}{132} = 71874 \text{ cm}^4$$

Seção 2:

Am = 11 .33 + 2 .11 .11 = 605 cm²
ou
Am = 33 .33 – 4 .11 .11 = 605 cm²

l = 4 .11 + 8 .11 = 132 cm

$$I_t = \frac{4 \cdot 605^2 \cdot 2}{132} = 22183{,}33 \text{ cm}^4$$



Equação de Compatibilidade:

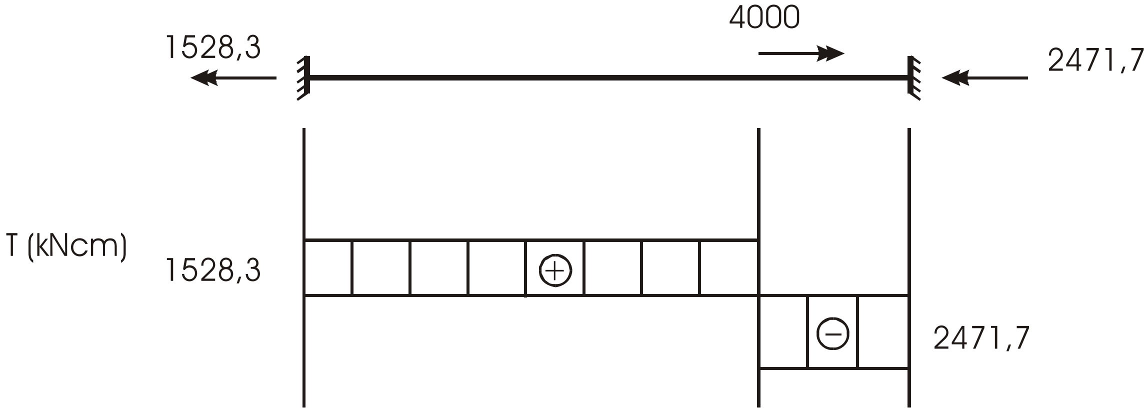
$$\theta_D = 0$$

$$\theta_D = \frac{(4000 - X).\,400}{G\,.71874} + \frac{(4000 - X).\,200}{G\,.\,22183{,}33} - \frac{X.\,200}{G.22183{,}33} = 0$$

$$\frac{(4000 - X).\,2}{71874} + \frac{(4000 - X)}{22183{,}33} - \frac{X}{22183{,}33} = 0$$

$$\frac{4000\,.2}{71874} + \frac{4000}{22183{,}33} = \frac{2.X}{71874} + \frac{X}{22183{,}33} + \frac{X}{22183{,}33}$$

X = 2471,7 kNcm



Sendo: $\tau_{max} = \dfrac{T}{2.Am.e_{min}}$,

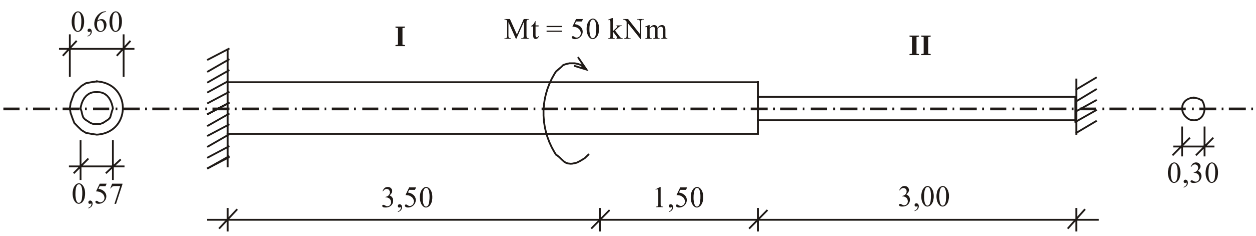
máxima tensão de cisalhamento:

$\tau_{max} = \dfrac{2471,7}{2.\ 605\ .2} = 1,02\ kN/cm^2$

3) Para a estrutura abaixo, pedem-se:

a) O diagrama de momento torçor;
b) O valor da máxima tensão de cisalhamento e a seção onde ocorre.

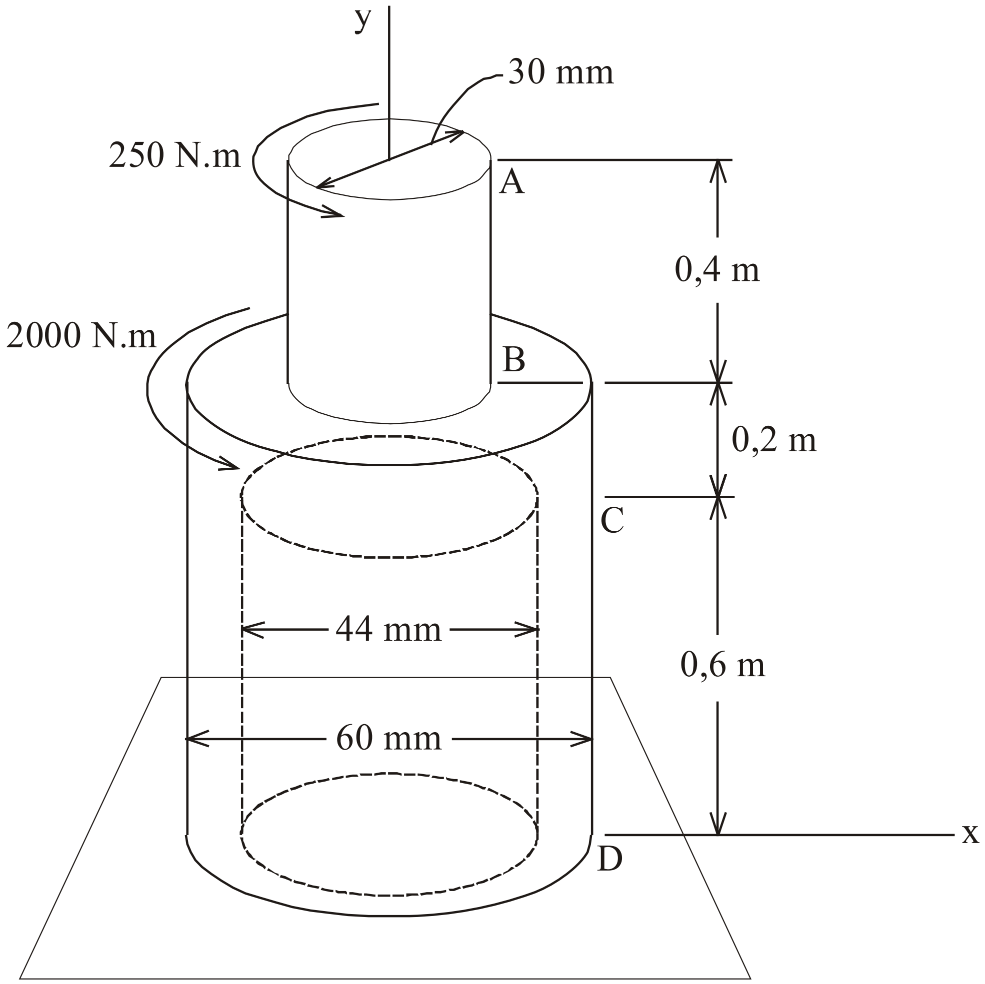
Dados: $E = 210$ GPa
$\nu = 0,3$
$G = E/2\,(1+\nu)$



(medidas em metros)

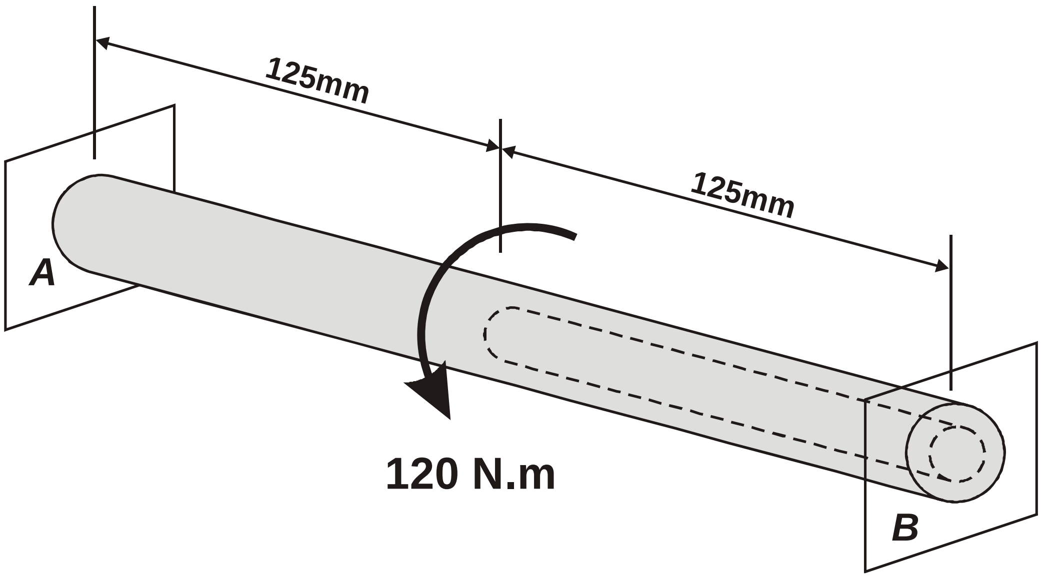
Resp. $Mt_{I} = -37,4$ kNm ; $Mt_{II} = 12,6$ kNm ; $\tau_{máx} = 4,75$ MPa, na seção I

4) O eixo de aço da figura, engastado em sua base, está sujeito aos momentos de torção indicados. Determinar o ângulo de rotação da seção *A*, sabendo que o módulo de elasticidade transversal de seu material é *G = 80 GPa*.



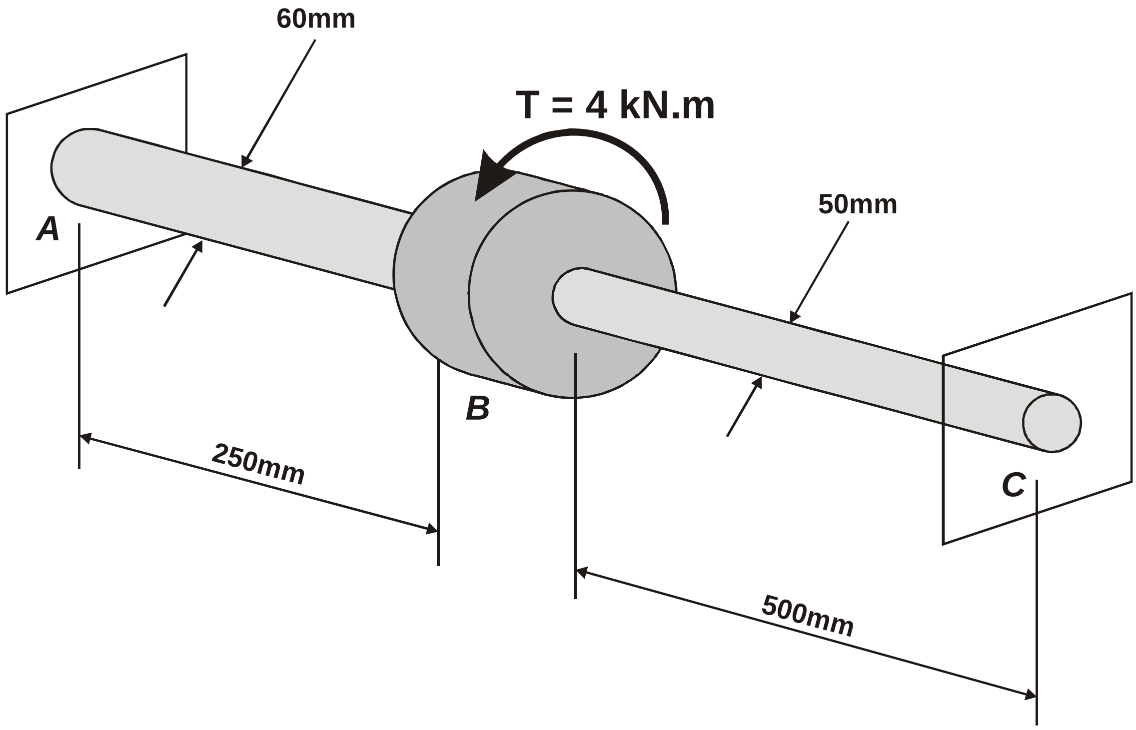
Resp: $\theta_A = 0{,}0388\ rad$.

5) Determinar os momentos de torção que atuam nos dois trechos do eixo biengastado da figura. O trecho da esquerda tem seção transversal circular com 20 mm de diâmetro; o da direita, seção circular vazada com 20 mm de diâmetro externo e 16 mm de diâmetro interno.



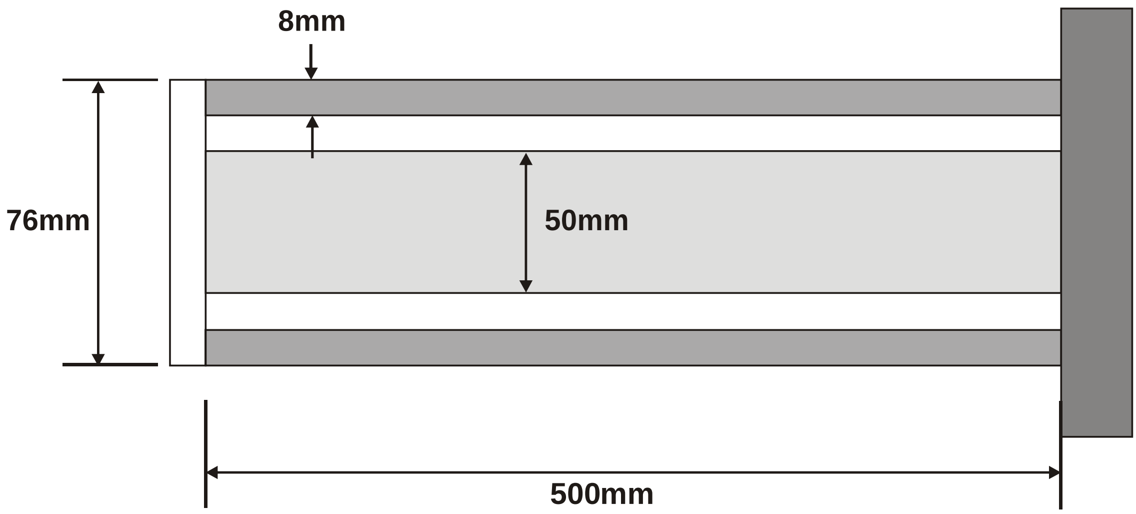
Resp: no trecho da esquerda, $T = 75,5\ Nm$; no trecho da direita, $T = -\ 44,5\ Nm$.

6) O eixo biengastado da figura tem seção transversal vazada com diâmetro interno de 4 cm e diâmetro externo de 6 cm no trecho AB. Determinar a máxima tensão de cisalhamento no trecho *AB* e a máxima tensão de cisalhamento no trecho *BC*.



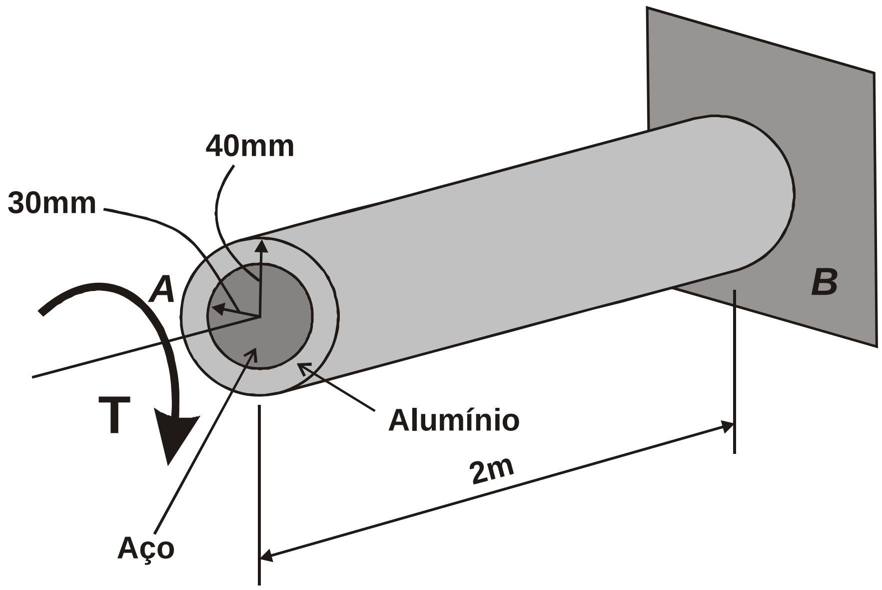
Resp: em *AB*, $\tau_{máx} = 90{,}4\ MPa$; em *BC*, $\tau_{máx} = 37{,}7\ MPa$.

7) Um eixo de aço e um tubo de alumínio engastados em uma das extremidades estão ligados por um disco rígido na outra extremidade, como mostra a figura. Determinar o valor do máximo momento de torção T_0 que pode ser aplicado ao conjunto, sabendo que a tensão admissível ao cisalhamento do aço é $\bar{\tau} = 120\ MPa$, e que a do alumínio é $\bar{\tau} = 70\ MPa$. Tem-se $G = 80\ GPa$ para o aço e $G = 27\ GPa$ para o alumínio.



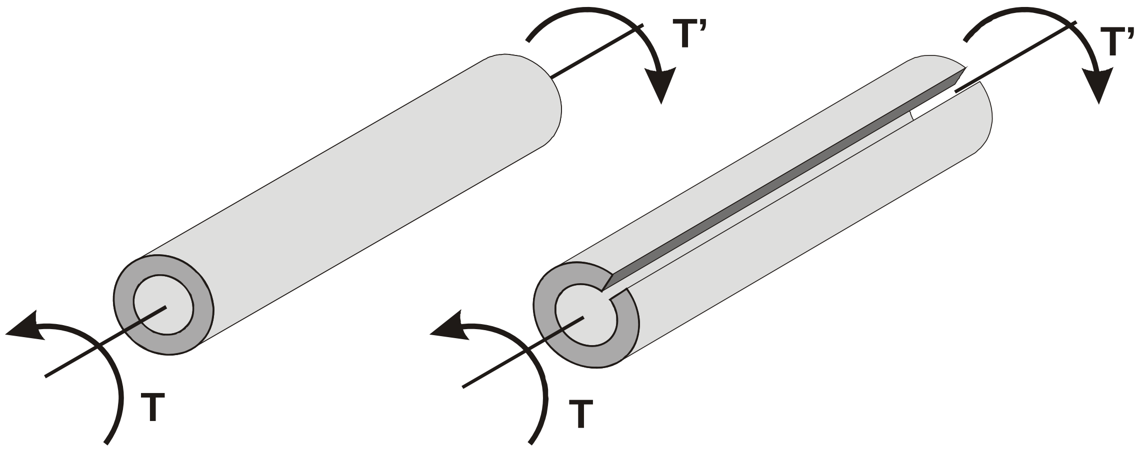
Resp: $T_0 = 6{,}2\ kNm$.

8) O eixo composto da figura, tem um núcleo de aço recoberto com um tubo de alumínio. Sabendo que a máxima tensão de cisalhamento no alumínio é $\tau = 60\ MPa$, determinar o valor da máxima tensão de cisalhamento no núcleo de aço. Tem-se $G = 80\ GPa$ para o aço e $G = 27\ GPa$ para o alumínio.



$R:\quad 133{,}3\ MPa$

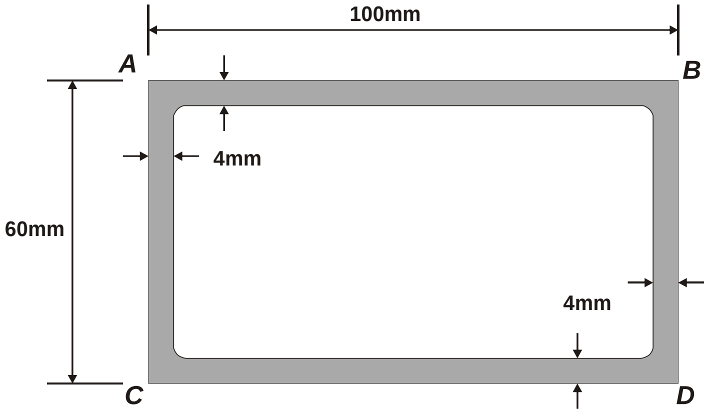
9) Na figura mostram-se dois eixos de parede vazada de iguais dimensões; no da direita, há uma ranhura longitudinal. Determinar a razão $\tau_b \,/\, \tau_a$ das tensões de cisalhamento máximas nos dois eixos. Eles têm raio *r* e espessura *t*.



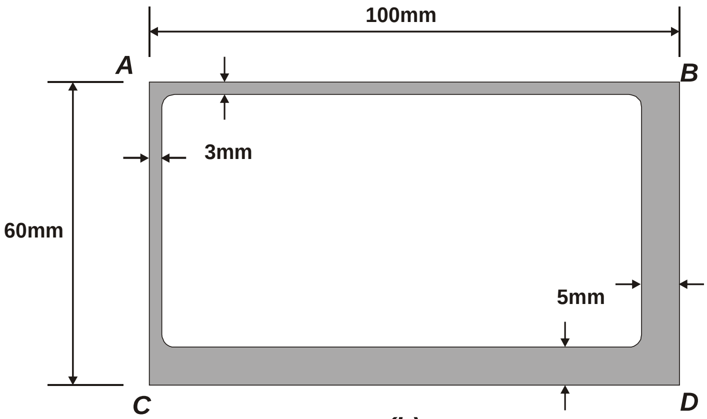
(a) (b)

$$R: \quad \frac{\tau_b}{\tau_a} = \frac{3r}{t}$$

10) Um tubo de seção retangular vazada será solicitado por um momento de torção $T=3$ kNm. Determinar as tensões de cisalhamento em cada uma das paredes do tubo quando não houver defeito de fabricação, e sua seção transversal for a indicada na figura (a); quando um defeito de fabricação levar à seção transversal indicada na figura (b).



(a)

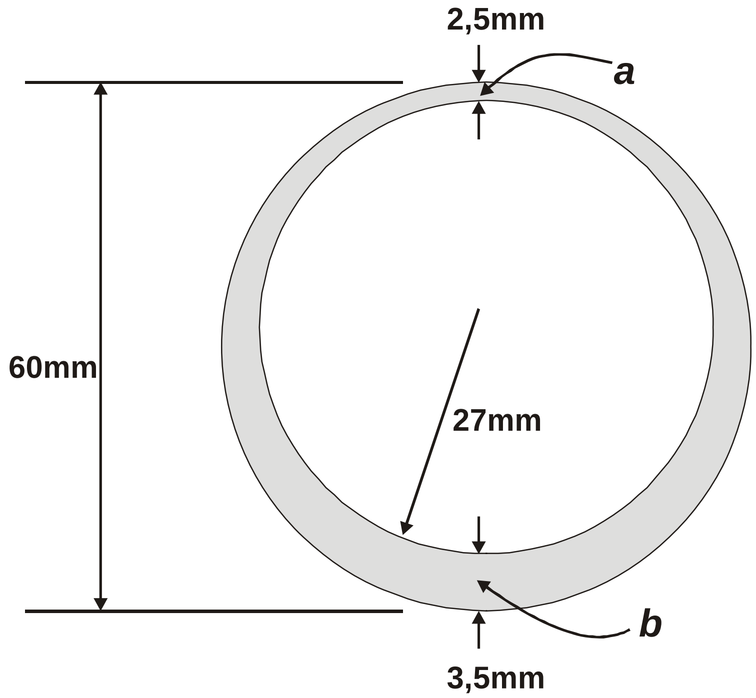


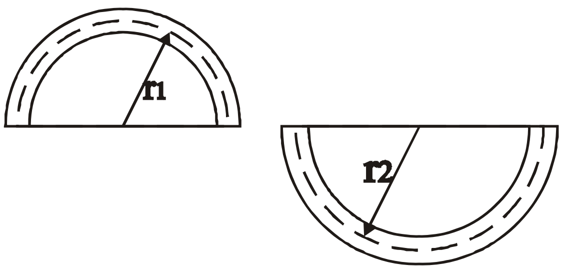
(b)

R: (a) $\tau = 69{,}8\ MPa$; (b) $\tau = 93{,}0\ MPa$ em *AB* e *AC* e $\tau = 55{,}8\ MPa$ em *BD* e *CD*.

11) Determinar as tensões de cisalhamento nos pontos a e b da seção transversal indicada na figura, de um eixo solicitado por um momento de torção $T = 90\ Nm$.

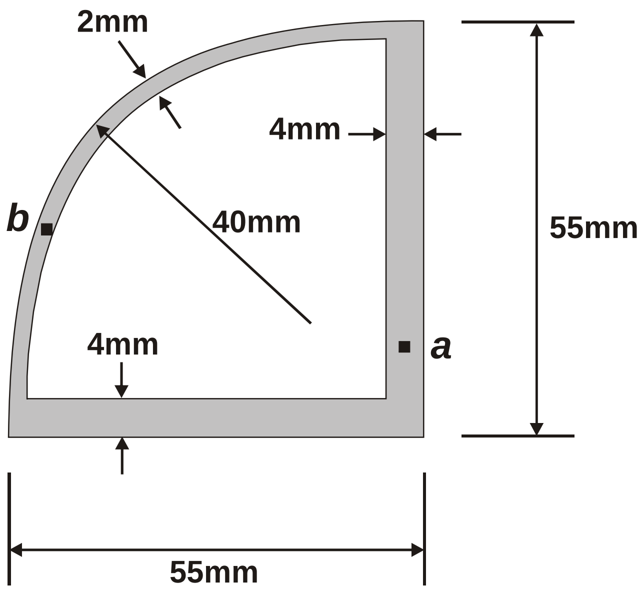
Obs: Considere como área média da seção a soma das duas áreas abaixo sendo $r_1 = 27 + 2,5/2$ e $r_2 = 27 + 3,5/2$.





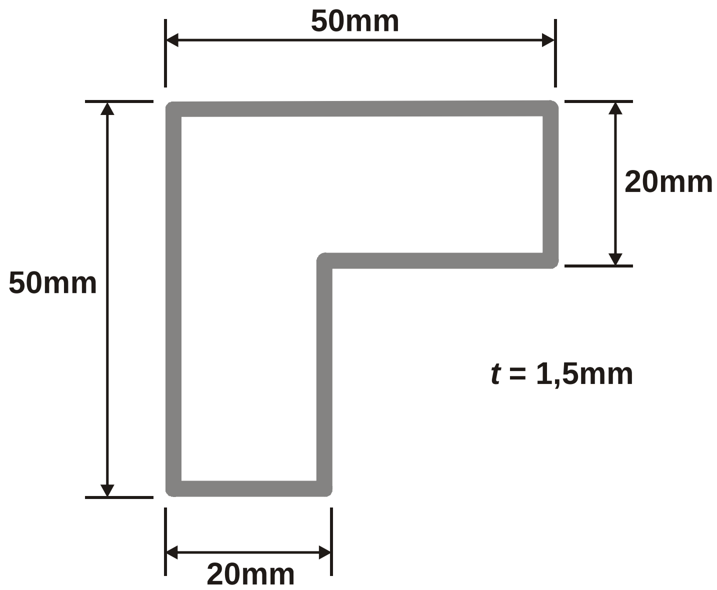
$R: \quad \tau_a = 706\ N/cm^2 \qquad \tau_b = 504\ N/cm^2$

12) Determinar as tensões de cisalhamento nos pontos a e b da seção transversal indicada na figura, de um eixo solicitado por um momento de torção $T = 90\ Nm$.



R: (a) $\tau = 4{,}73\ MPa$; (b) $\tau = 9{,}46\ MPa$.

13) A parede da barra cuja seção tranversal é indicada na figura possui 1,5 mm de espessura. Sabendo que a tensão admissível de seu material é $\overline{\tau} = 2{,}5\ MPa$, determinar o valor do máximo momento de torção que pode solicitar esta barra.



R: $T = 10{,}89\ Nm.$