Q1: __________
Q2: __________
Q3: __________
Nota: ________

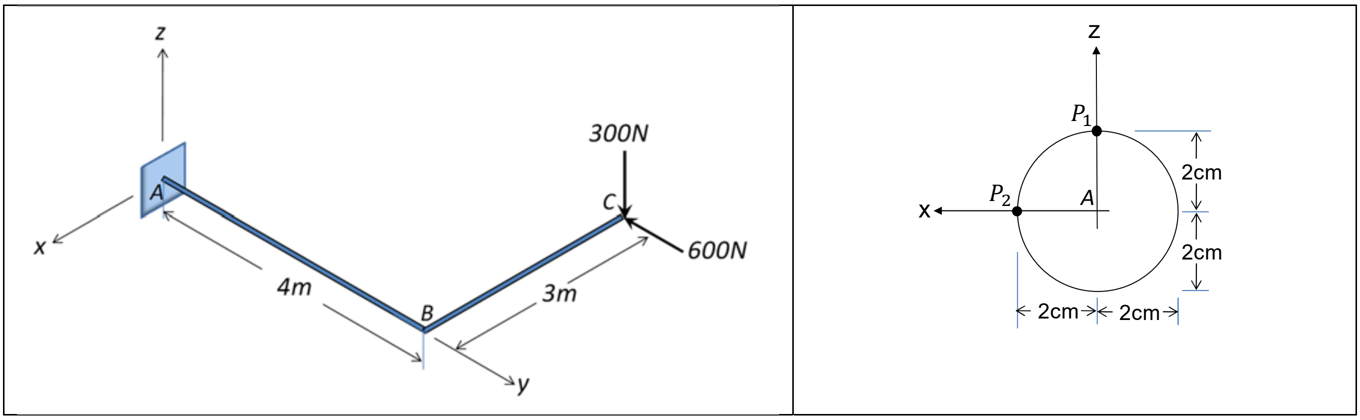
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Mecânica

PME3211 – Mecânica dos Sólidos II – 1ª Prova – 29/08/2018
Duração: 120 minutos
Não é permitido o uso de equipamentos eletrônicos durante a prova!

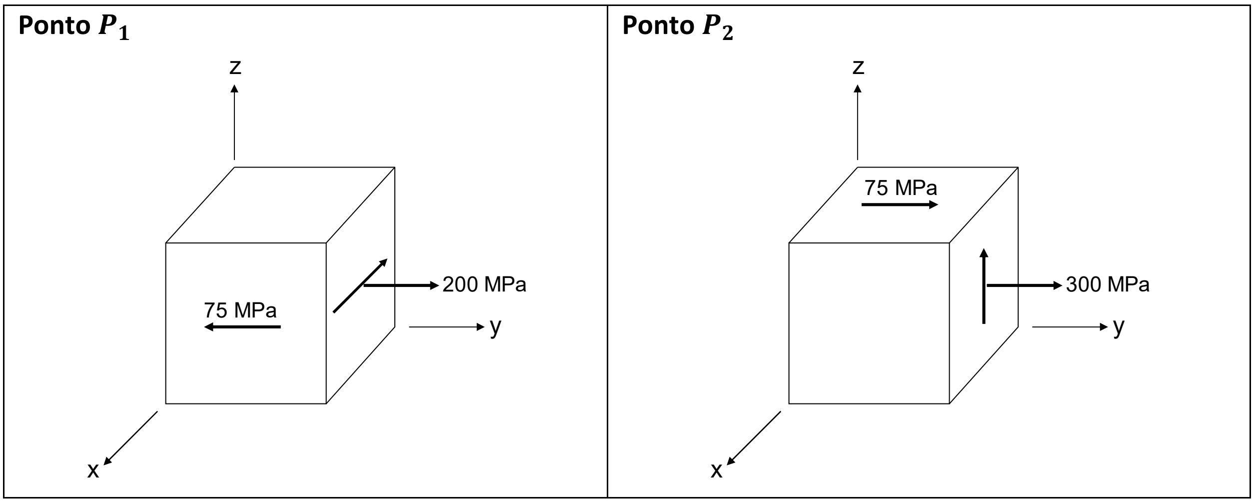
Nome: ____________________________________ N.USP: __________ Assinatura: __________________

1ª Questão (4,0 pontos)

A viga *ABC* da figura é horizontal. O trecho *BC* forma um ângulo de 90° com o trecho *AB*. A viga é prismática, tem seção circular com 2cm de raio e tem as dimensões indicadas na figura. Na sua extremidade *C* estão aplicadas duas forças com os sentidos indicados: uma força vertical de magnitude *300N* e outra, horizontal, paralela ao trecho *AB* e de magnitude *600N*. Pede-se determinar o estado de tensão nos pontos P_1 e P_2 da seção *A* cujas posições estão indicadas na figura. As tensões devidas à força normal e à força cortante podem ser desprezadas, por serem pequenas. Adotar a aproximação $\pi = 3$.

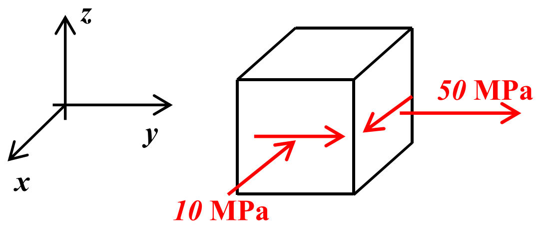


A resposta deve ser obrigatoriamente apresentada nos elementos cúbicos orientados abaixo:



2ª Questão (3,0 pontos)

A figura ao lado ilustra o estado tensional em um ponto de uma estrutura. Considerando que o material possui como tensões admissíveis: $\sigma_{t,adm}$ = 100 MPa (tensão admissível à tração), $\sigma_{c,adm}$ = 70 MPa (tensão admissível à compressão) e τ_{adm} = 50 MPa (tensão admissível ao cisalhamento), pede-se determinar o intervalo de valores possíveis para a tensão de cisalhamento indicada no elemento para que nenhuma das tensões admissíveis seja ultrapassada (considerando qualquer plano que passe pelo ponto).



Dados:

$\sqrt{28} \cong 5{,}29$	$\sqrt{34} \cong 5{,}83$	$\sqrt{55} \cong 7{,}42$	$\sqrt{72} \cong 8{,}49$
$\sqrt{90} \cong 9{,}49$	$\sqrt{135} \cong 11{,}62$	$\sqrt{153} \cong 12{,}37$	$\sqrt{200} \cong 14{,}14$

Solução:

As tensões principais no ponto ficam (em MPa):

$$\sigma_1 = 20 + \sqrt{(30)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma_3 = 20 - \sqrt{(30)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

A máxima tensão de cisalhamento no ponto fica dada por:

$$\tau_{máx} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \sqrt{(30)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

Devemos ter, portanto:

$$\tau_{máx} = \sqrt{(30)^2 + (\tau_{xy})^2} \leq \tau_{adm} \quad \Leftrightarrow \quad |\tau_{xy}| \leq 40MPa$$

$$\sigma_1 = 20 + \sqrt{(30)^2 + (\tau_{xy})^2} \leq \sigma_{t,adm} \quad \Leftrightarrow \quad |\tau_{xy}| \leq 74{,}2MPa$$

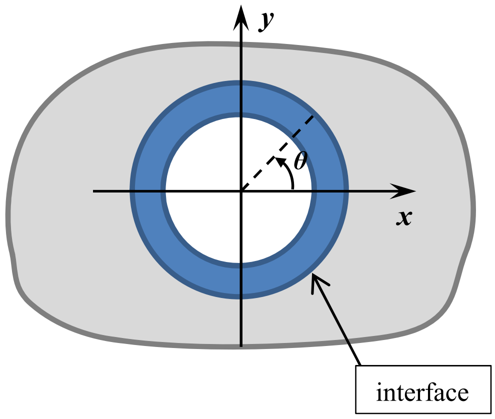
$$|\sigma_3| = \left|20 - \sqrt{(30)^2 + (\tau_{xy})^2}\right| \leq \sigma_{c,adm} \quad \Leftrightarrow \quad |\tau_{xy}| \leq 84{,}9MPa$$

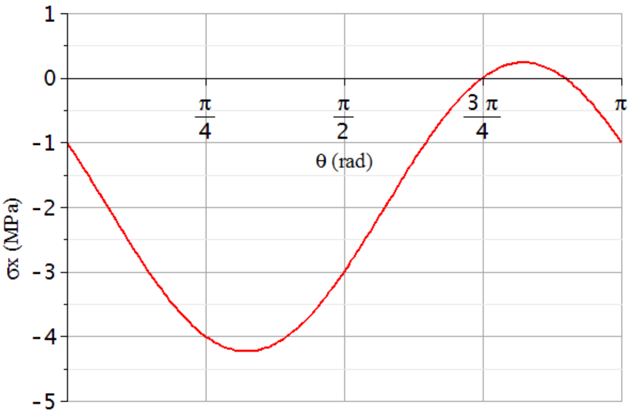
Logo, o intervalo de valores que τ_{xy} pode atender para que nenhuma tensão admissível seja ultrapassada é:

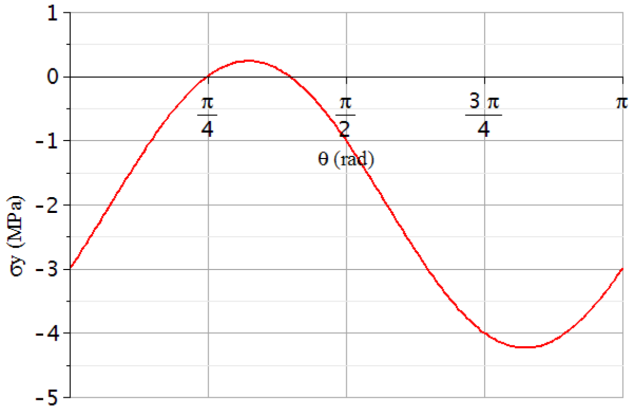
$$|\tau_{xy}| \leq 40MPa \quad \Leftrightarrow -40MPa \leq \tau_{xy} \leq 40MPa$$

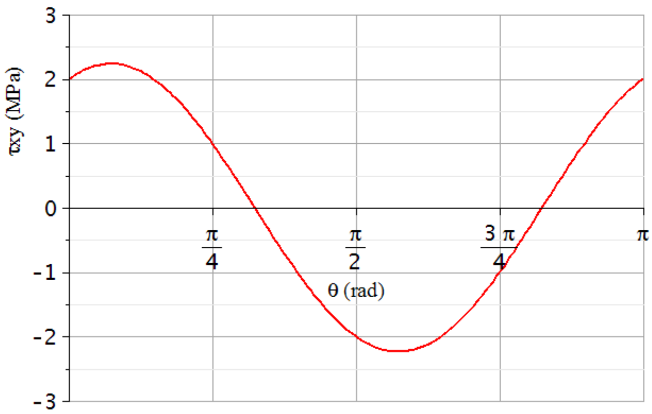
3ª Questão (3,0 pontos)

A figura ao lado ilustra a seção transversal de um pino inserido em uma chapa. Com a simulação por elementos finitos desta região, considerando a hipótese de estado plano de tensão (ou seja, admitindo-se que as únicas tensões não nulas são as componentes de tensão no plano), foram determinadas as componentes de tensão σ_x, σ_y e τ_{xy} cujos valores obtidos <u>na interface entre a superfície externa do pino e a chapa</u> estão apresentados na forma de gráficos reproduzidos abaixo (apenas para $0 \leq \theta \leq \pi$). Pede-se determinar a tensão normal atuante sobre a superfície externa do pino e a tensão cisalhante que atua nesta mesma superfície para $\theta = \pi/4$.









<u>Solução:</u>

Dos gráficos apresentados temos as seguintes componentes do tensor das tensões para $\theta = \pi/4$:

$$\sigma_x = -4MPa \quad , \quad \sigma_y = 0 \quad , \quad \tau_{xy} = 1MPa$$

Logo, sendo um estado plano de tensões teremos:

$$[T]_b = \begin{bmatrix} -4 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Onde $b = (\vec{e}_x, \vec{e}_y)$

O vetor tensão atuante no plano de normal $\vec{n} = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$ será:

$$\{\vec{\rho}\} = [T].\{\vec{n}\} = \begin{bmatrix} -4 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} . \begin{Bmatrix} \sqrt{2}/2 \\ \sqrt{2}/2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -3\sqrt{2}/2 \\ \sqrt{2}/2 \end{Bmatrix}$$

A componente normal do vetor tensão será:

$$\sigma = \vec{\rho} \cdot \vec{n} = -\frac{3}{2} + \frac{1}{2} = -1MPa$$

E a componente cisalhante será, em módulo:

$$|\tau| = \sqrt{\rho^2 - \sigma^2} = \sqrt{5 - 1} = 2MPa$$