



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo

TENSÕES E CÍRCULOS DE MOHR ESTADO PLANO DE TENSÕES PARTE 4

PMI3305 - Mecânica das Rochas Aplicada à Mineração I
Prof. Eduardo César Sansone

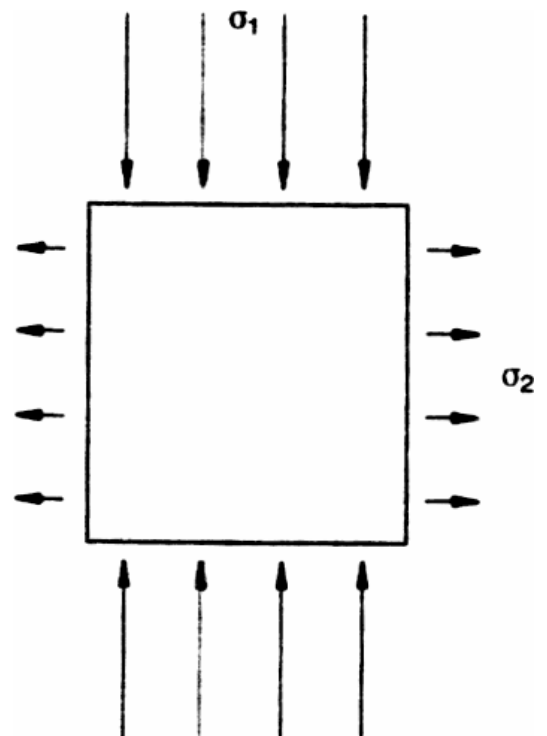
ESTADO PLANO DE TENSÕES - EXERCÍCIOS



Exercício 1:

Uma amostra plana de rocha com formato quadrado é submetida a um ensaio onde atuam perpendicularmente às suas faces, uma tensão de compressão σ_1 na direção vertical e uma tensão de tração σ_2 na direção horizontal.

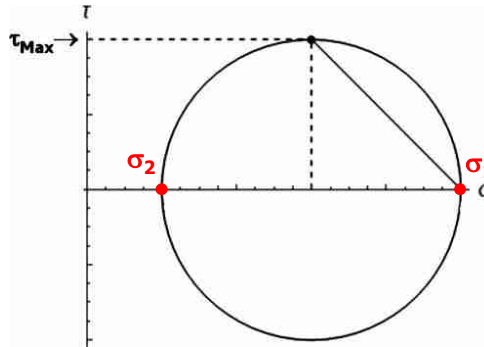
Estas tensões são aumentadas simultaneamente de forma que σ_1 seja sempre, em módulo, quatro vezes maior que σ_2 .





Pergunta-se:

a) Se a ruptura da amostra ocorrer quando a tensão de cisalhamento atingir o valor de 45 MPa, quais serão os valores de σ_1 e σ_2 ?



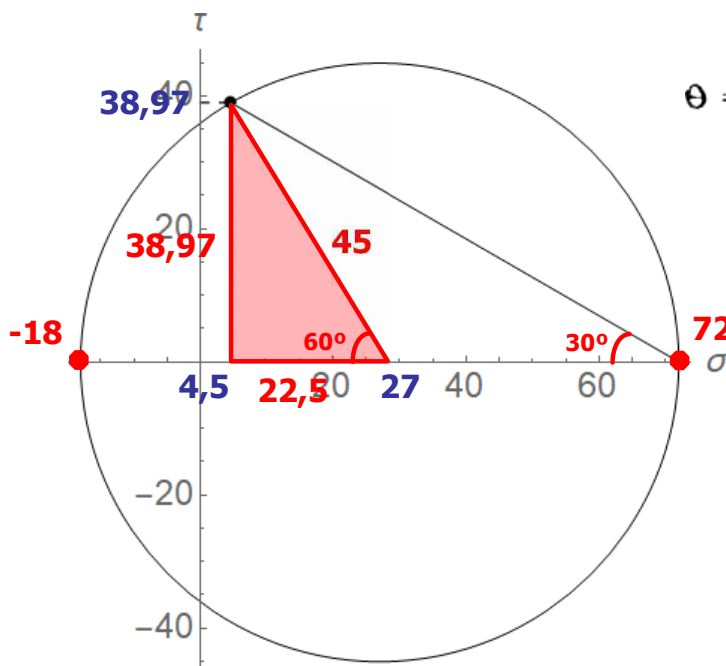
$$\left. \begin{aligned} \text{Raio} &= \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = 45 \\ \sigma_1 &= -4\sigma_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} \sigma_1 - \sigma_2 = 90 \\ \sigma_1 + 4\sigma_2 = 0 \end{cases}$$

$$-5\sigma_2 = 90 \rightarrow \begin{cases} \sigma_2 = -18 \text{ MPa} \\ \sigma_1 = 72 \text{ MPa} \end{cases}$$

3



b) Quais são as tensões de cisalhamento atuantes em planos inclinados de 30° e 40° em relação à direção da tensão principal maior, na condição de ruptura?

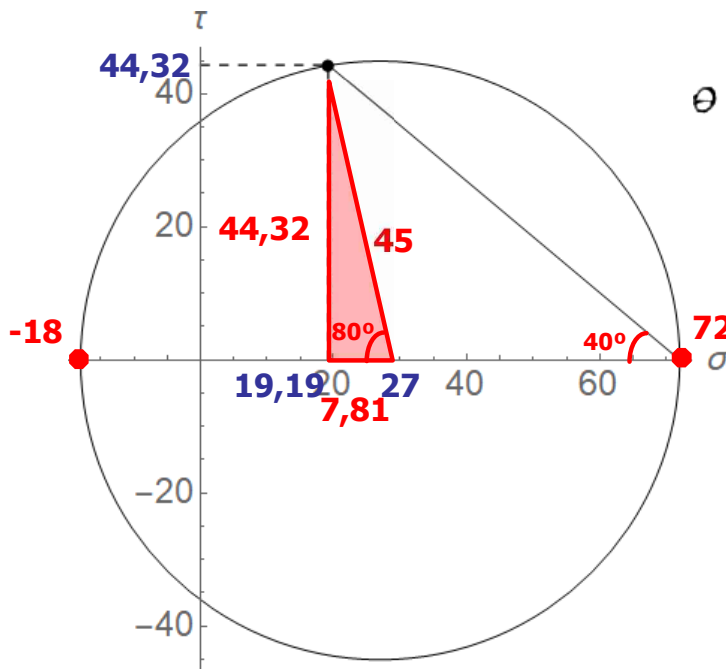


$$\theta = 30^\circ \left\{ \begin{aligned} \sigma &= 4,5 \text{ MPa} \\ \tau &= 38,971 \text{ MPa} \end{aligned} \right.$$

4



b) Quais são as tensões de cisalhamento atuantes em planos inclinados de 30° e 40° em relação à direção da tensão principal maior, na condição de ruptura?



5



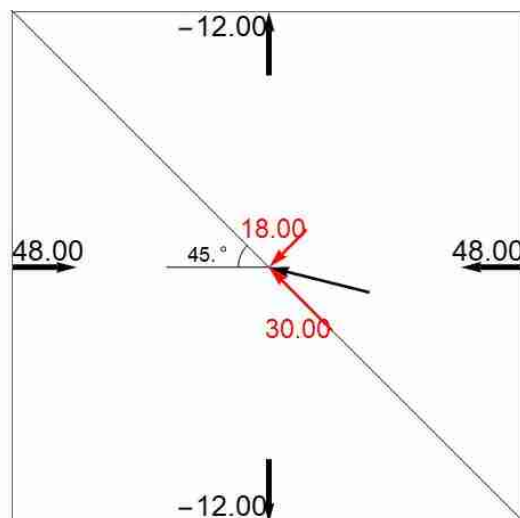
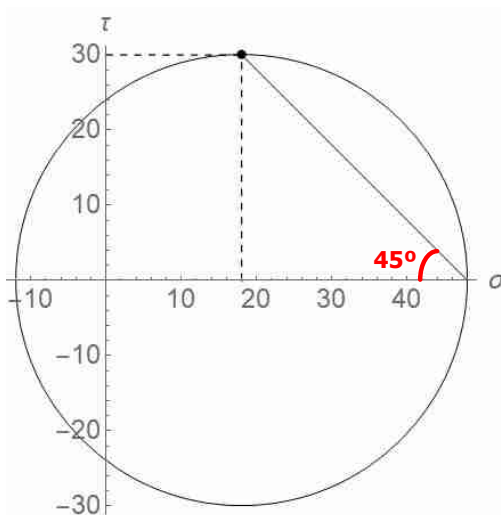
c) Os valores de σ_1 e σ_2 na ruptura, calculados no item a, sofrerão alteração se:
c.1) A resistência à tração da rocha for de 12 MPa?

Sim

$$\begin{cases} \sigma_2 = -12 \text{ MPa} \\ \sigma_1 = 48 \text{ MPa} \end{cases}$$

Item a

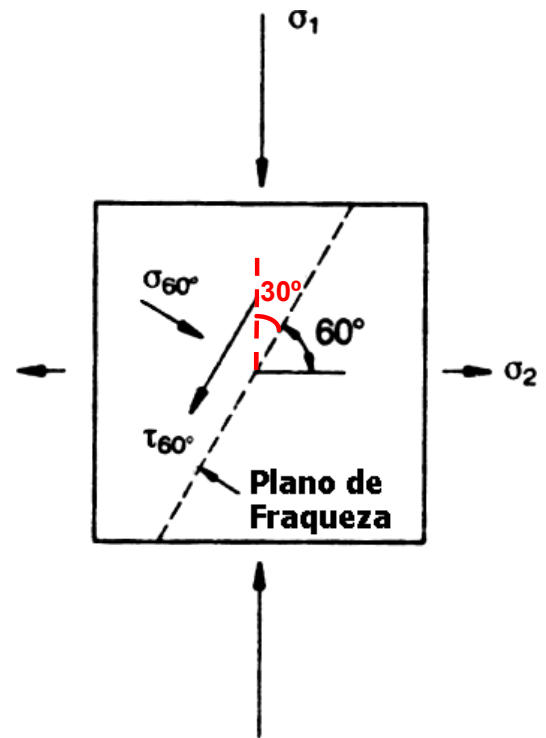
$$\begin{cases} \sigma_2 = -18 \text{ MPa} \\ \sigma_1 = 72 \text{ MPa} \end{cases}$$



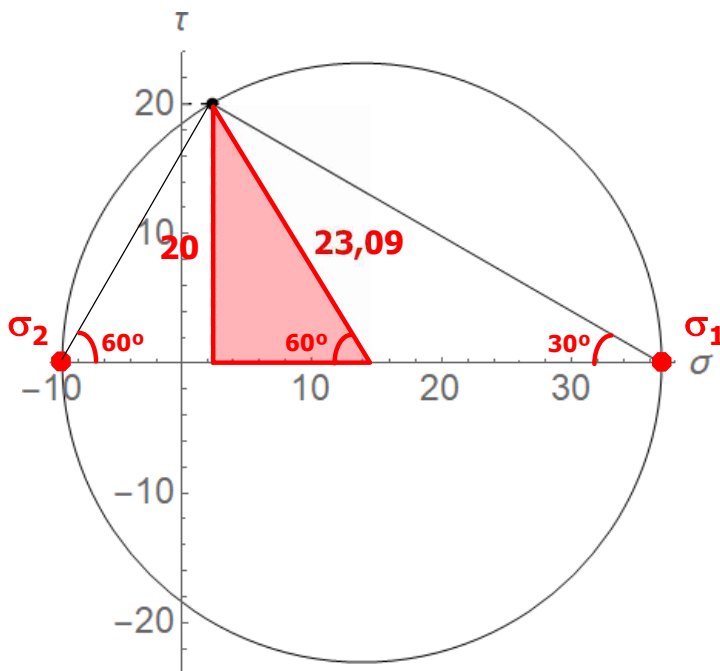
6



c.2) A amostra apresentar um plano de fraqueza inclinado de 60° em relação à direção da tensão principal menor, com resistência ao cisalhamento de 20 MPa?



7



$$R_{\text{circ}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = 23,09$$

$$\sigma_1 = -4\sigma_2$$

$$\rightarrow \begin{cases} \sigma_1 - \sigma_2 = 46,18 \\ \sigma_1 - 4\sigma_2 = 0 \end{cases}$$

$$\sigma_1 - 4\sigma_2 = 0$$

$$5\sigma_2 = -46,18$$

$$\rightarrow \begin{cases} \sigma_2 = -9,24 \text{ MPa} \\ \sigma_1 = 36,94 \text{ MPa} \end{cases}$$

$$\sigma_1 = 36,94 \text{ MPa}$$



OBRIGADO!

Contato:
Prof. Eduardo César Sansone
esansone@usp.br
