



Resistência dos Materiais

Prof. Luiz Eduardo Miranda J. Rodrigues



Aula - 3

**Tensão Admissível, Fator de Segurança e
Dimensionamento na Tração ou Cisalhamento**



Conteúdos Abordados Nessa Aula

Aula 3

-  Tensão Admissível;
-  Fator de Segurança;
-  Dimensionamento na Tração ou Cisalhamento.



- ✈ A tensão admissível em resistência dos materiais é o valor máximo de tensão que um material pode suportar de forma segura durante a aplicação de cargas, sem que ocorra falha estrutural ou deformação permanente.
- ✈ Essa grandeza é utilizada como um parâmetro de projeto, estabelecendo um limite dentro do qual a estrutura ou componente pode operar ao longo de sua vida útil com segurança.
- ✈ A tensão admissível não corresponde ao limite real de resistência do material, mas sim a uma fração desse valor, determinada com base em fatores de segurança que consideram incertezas relacionadas à qualidade do material, variações nas cargas aplicadas, imperfeições na fabricação e condições de uso.



Tensão Admissível

Aula 3

- ✈ O conceito de tensão admissível é fundamental para garantir que estruturas e componentes suportem esforços sem comprometer a integridade física ou funcionalidade.
- ✈ Ela é normalmente obtida dividindo-se a tensão limite do material, que pode ser o limite de escoamento em materiais dúcteis ou o limite de ruptura em materiais frágeis, por um coeficiente de segurança.

Materiais Dúcteis: $\bar{\sigma} = \sigma_{adm} = \frac{\sigma_e}{k}$

Materiais Frágeis: $\bar{\sigma} = \sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{k}$

- ✈ Esse coeficiente é definido de acordo com normas técnicas e critérios de engenharia, levando em conta as consequências de uma possível falha. Assim, mesmo que uma estrutura esteja submetida a tensões variáveis e condições de operação adversas, o dimensionamento baseado na tensão admissível reduz consideravelmente o risco de acidentes.



Tensão Admissível

Aula 3

- ❁ O uso da tensão admissível permite que engenheiros e projetistas realizem cálculos estruturais de maneira conservadora, assegurando que as peças não atinjam níveis críticos de tensão durante o serviço.
- ❁ Essa abordagem preventiva é essencial em diversas áreas da engenharia, como na construção civil, na indústria automotiva e na engenharia aeronáutica, onde a segurança estrutural é imprescindível.
- ❁ A definição de tensão admissível, portanto, representa um elo entre a resistência intrínseca do material e a confiabilidade exigida no projeto, equilibrando eficiência e segurança no desenvolvimento de estruturas e máquinas.





Fator de Segurança

Aula 3

-  O fator de segurança em resistência dos materiais é um parâmetro utilizado para garantir que estruturas e componentes mecânicos operem de forma confiável e segura, mesmo diante de incertezas relacionadas às cargas aplicadas, às propriedades do material e às condições de uso.
-  Ele consiste em um coeficiente numérico que estabelece uma margem de segurança entre a tensão máxima que um material pode suportar e a tensão à qual ele será efetivamente submetido em serviço.
-  Em outras palavras, o fator de segurança funciona como um multiplicador de prudência, assegurando que a estrutura não atinja seus limites de falha, mesmo que ocorram variações imprevistas nas condições de operação.



- ✈ A determinação do fator de segurança leva em consideração diversos aspectos, como a natureza do material, o tipo de esforço aplicado, a importância da peça dentro do sistema e as possíveis consequências de uma falha.
- ✈ Materiais dúcteis, que apresentam deformação antes da ruptura, permitem fatores de segurança menores, enquanto materiais frágeis, que rompem sem aviso prévio, exigem coeficientes mais elevados.
- ✈ Além disso, estruturas sujeitas a fadiga, vibrações ou ambientes agressivos também demandam valores maiores para compensar essas incertezas adicionais.



Fator de Segurança

Aula 3

-  O uso do fator de segurança é essencial na prática da engenharia, pois traduz em números a necessidade de prevenir acidentes e falhas estruturais.
-  Ele atua como uma barreira entre o limite teórico de resistência do material e a tensão admissível aplicada no projeto, promovendo confiabilidade ao longo da vida útil do componente.
-  Dessa forma, o fator de segurança representa uma filosofia de projeto que prioriza a integridade estrutural e a segurança operacional, equilibrando eficiência econômica com a redução dos riscos associados a falhas inesperadas.



- ✈️ Materiais dúcteis, em resistência dos materiais, são aqueles que possuem a capacidade de se deformar plasticamente de maneira significativa antes de atingir a ruptura.
- ✈️ Essa característica permite que esses materiais suportem variações de carga e redistribuam tensões internas sem falhar de forma súbita, oferecendo uma margem de segurança natural em aplicações estruturais e mecânicas.
- ✈️ A ductilidade é expressa pela habilidade do material em alongar-se ou sofrer torções sem quebras, sendo geralmente medida por parâmetros como alongamento percentual e redução de área em ensaios de tração.
- ✈️ Essa propriedade torna os materiais dúcteis preferidos em projetos onde a segurança e a confiabilidade são prioritárias, pois eles tendem a apresentar sinais visíveis de deformação antes de uma possível falha, possibilitando intervenções preventivas.



-  No contexto da engenharia, os materiais dúcteis são fundamentais para a absorção de energia em situações de sobrecarga, já que conseguem deformar-se consideravelmente sem se fragmentar, o que reduz o risco de colapsos catastróficos.
-  Durante o dimensionamento de peças, a resistência ao escoamento desses materiais é um parâmetro essencial, pois indica o ponto a partir do qual a deformação plástica permanente se inicia.
-  Essa característica é especialmente relevante em componentes que trabalham sujeitos a esforços variáveis, impactos ou vibrações, onde a capacidade de suportar deformações sem ruptura é determinante para a longevidade do sistema.



Exemplos de Materiais Dúcteis

Aula 3

- ✈ Exemplos clássicos de materiais dúcteis incluem o aço carbono, amplamente empregado em estruturas metálicas, e o alumínio, utilizado tanto na indústria aeronáutica quanto na automotiva, pela combinação de ductilidade e baixa densidade.
- ✈ O cobre e suas ligas, como o bronze e o latão, também são materiais dúcteis, frequentemente aplicados em componentes elétricos e tubulações devido à facilidade de conformação e à boa resistência à fadiga.
- ✈ Esses exemplos demonstram que a ductilidade é uma propriedade de grande relevância na engenharia, permitindo não apenas maior segurança estrutural, mas também flexibilidade nos processos de fabricação e conformação mecânica.



- ✈ Materiais frágeis, em resistência dos materiais, são aqueles que apresentam baixa capacidade de deformação plástica antes da ruptura, ou seja, eles se rompem de forma súbita e praticamente sem sinais prévios de deformação significativa.
- ✈ Diferentemente dos materiais dúcteis, os frágeis não conseguem redistribuir tensões internas de maneira eficiente, tornando-se mais suscetíveis a falhas repentinas quando submetidos a esforços que ultrapassam seus limites de resistência.
- ✈ Essa característica torna essencial o estudo criterioso das tensões atuantes e dos fatores de segurança, já que a falha desses materiais pode ocorrer de maneira inesperada e com consequências potencialmente graves em sistemas estruturais ou mecânicos.



-  O comportamento dos materiais frágeis está fortemente relacionado à sua microestrutura e à presença de descontinuidades internas, como trincas e inclusões, que podem atuar como concentradores de tensão.
-  Durante os ensaios mecânicos, esses materiais demonstram alta resistência à compressão, mas baixa resistência à tração, rompendo-se de forma quase instantânea quando submetidos a esforços de tração superiores ao seu limite.
-  Em projetos estruturais, essa característica demanda uma abordagem conservadora, pois o colapso de componentes frágeis não oferece sinais perceptíveis de deformação que permitam uma intervenção preventiva.



Exemplos de Materiais Frágeis

Aula 3

- 🌐 Entre os exemplos clássicos de materiais frágeis estão o vidro e a cerâmica, que são amplamente utilizados em aplicações que exigem resistência à compressão e isolamento térmico, mas que falham facilmente sob impactos ou tração.
- 🌐 O concreto, muito empregado na construção civil, também é considerado frágil quando submetido a esforços de tração, razão pela qual costuma ser reforçado com barras de aço para aumentar sua resistência global.
- 🌐 Outro exemplo são os ferros fundidos, que, apesar de apresentarem boa resistência à compressão e durabilidade, se rompem de forma abrupta sob esforços de tração ou flexão.
- 🌐 Esses exemplos demonstram que, na engenharia, o uso de materiais frágeis exige projetos cuidadosamente dimensionados e frequentemente complementados com soluções que aumentem a segurança estrutural.



Dimensionamento na Tração ou Cisalhamento

Aula 3

🌐 Elemento sujeito a aplicação de força normal (tração ou compressão):

$$A = \frac{P}{\sigma_{adm}}$$

🌐 Elemento sujeito a aplicação de força de cisalhamento:

$$A = \frac{P}{\tau_{adm}}$$

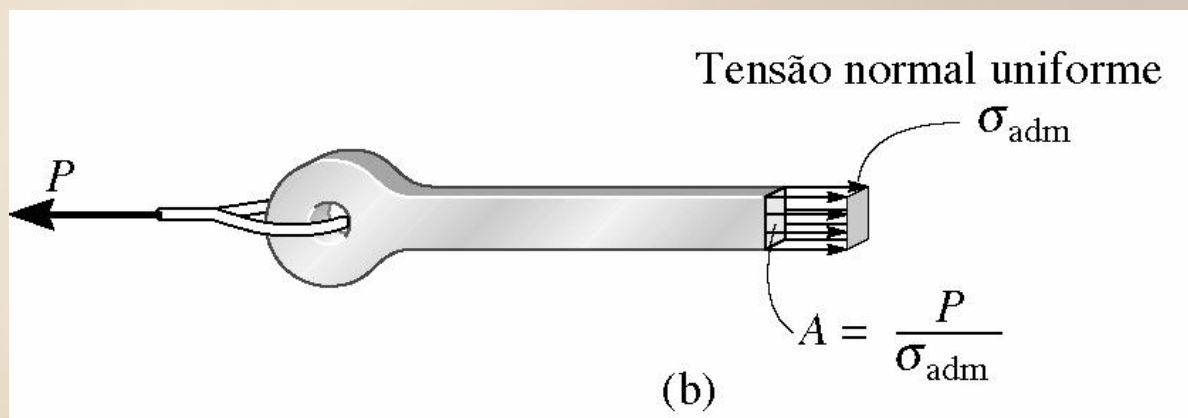
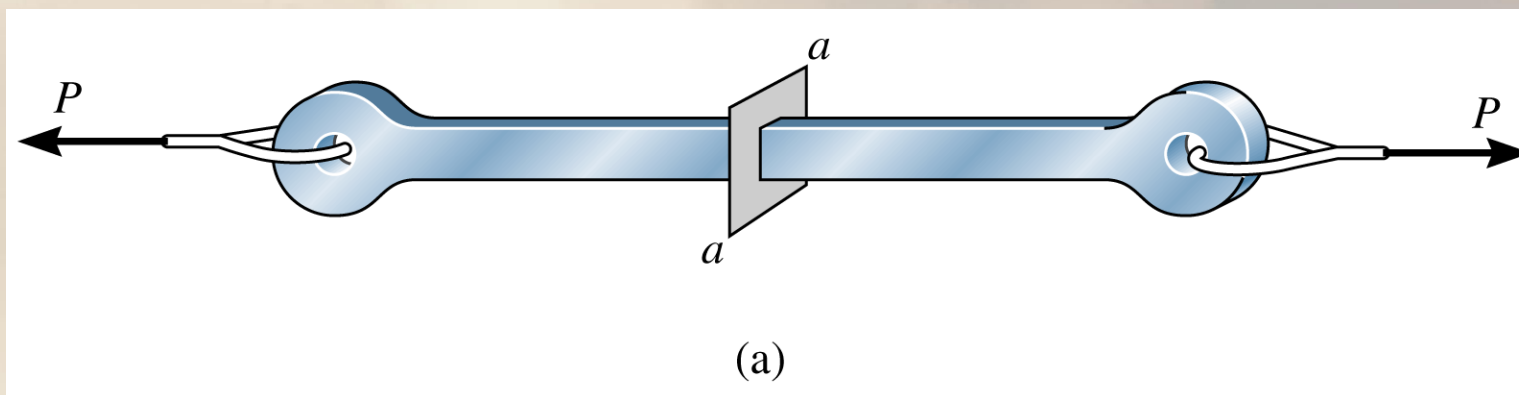
🌐 **Problemas comuns:**

- 1) Área da seção transversal de um elemento de tração.
- 2) Área da seção transversal de um acoplamento submetido a cisalhamento.
- 3) Área requerida para resistir ao apoio.
- 4) Área requerida para resistir ao cisalhamento provocado por carga axial.



Elementos Submetido à Tração

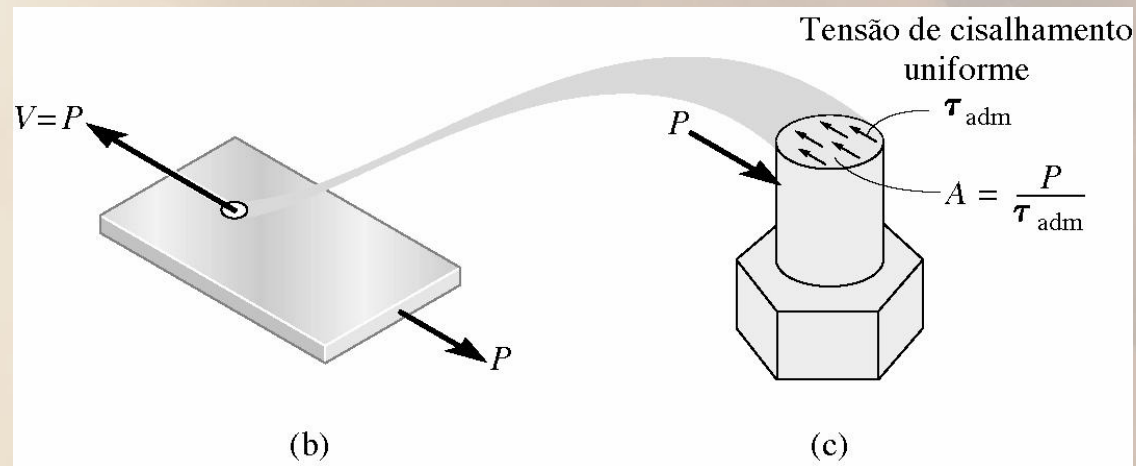
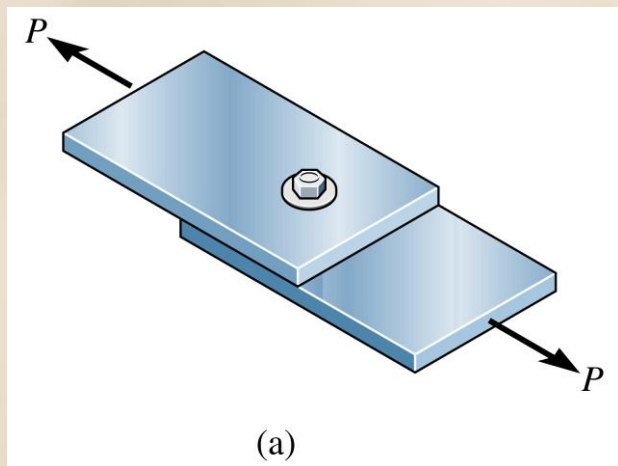
Aula 3





Elementos Submetido ao Cisalhamento

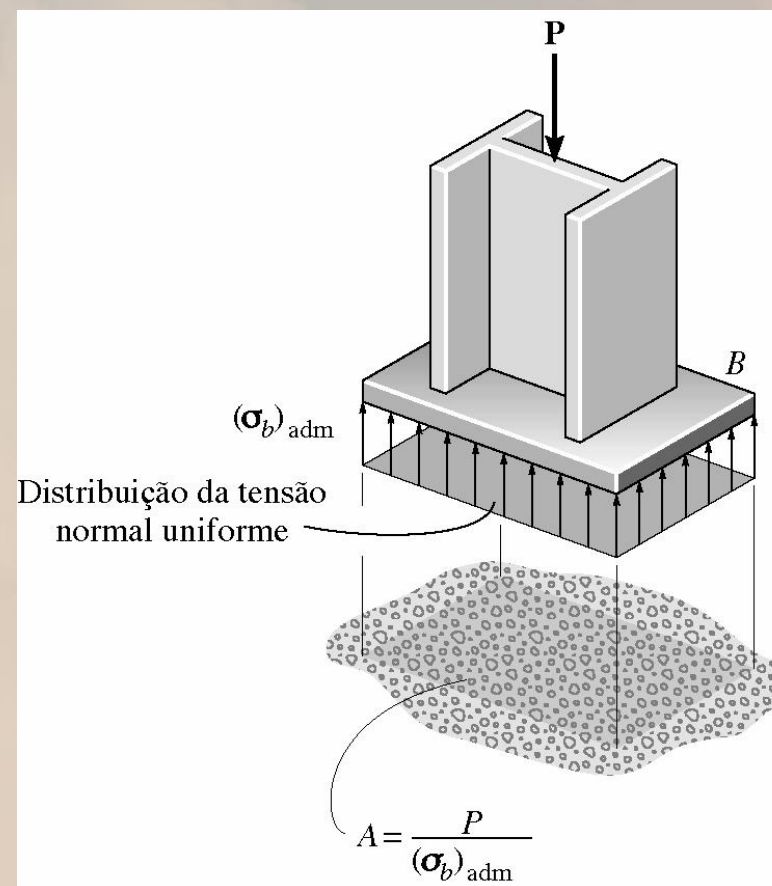
Aula 3





Elementos de Apoio

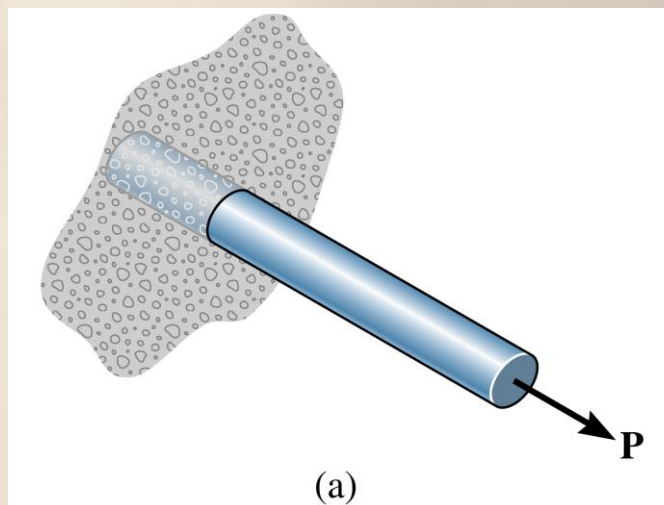
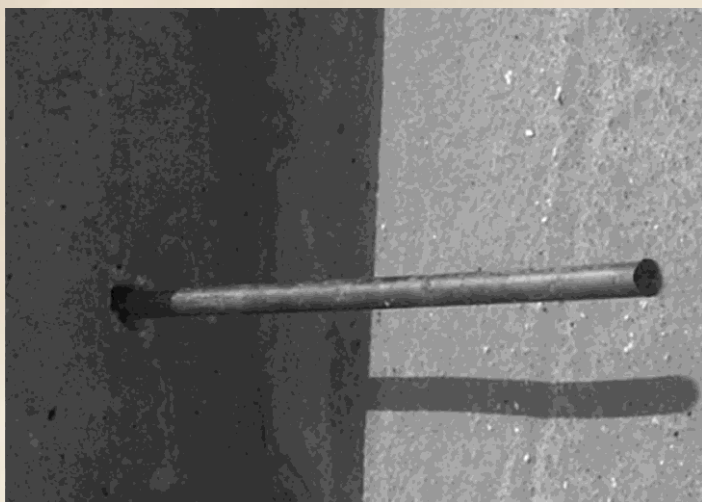
Aula 3



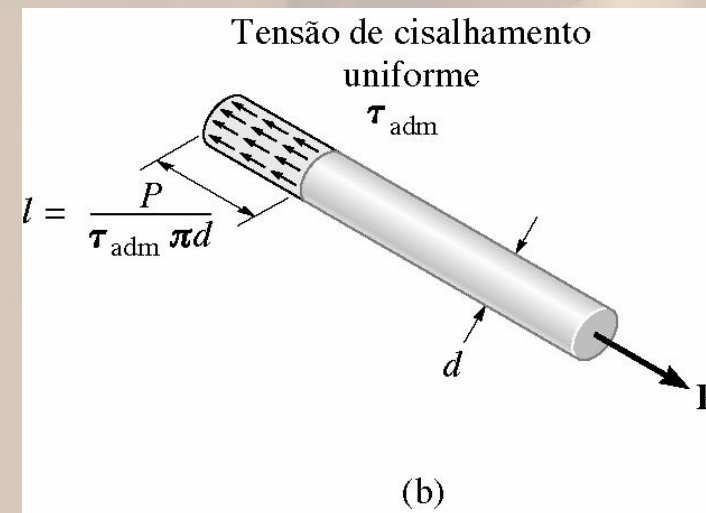


Cisalhamento por Carga Axial

Aula 3



(a)



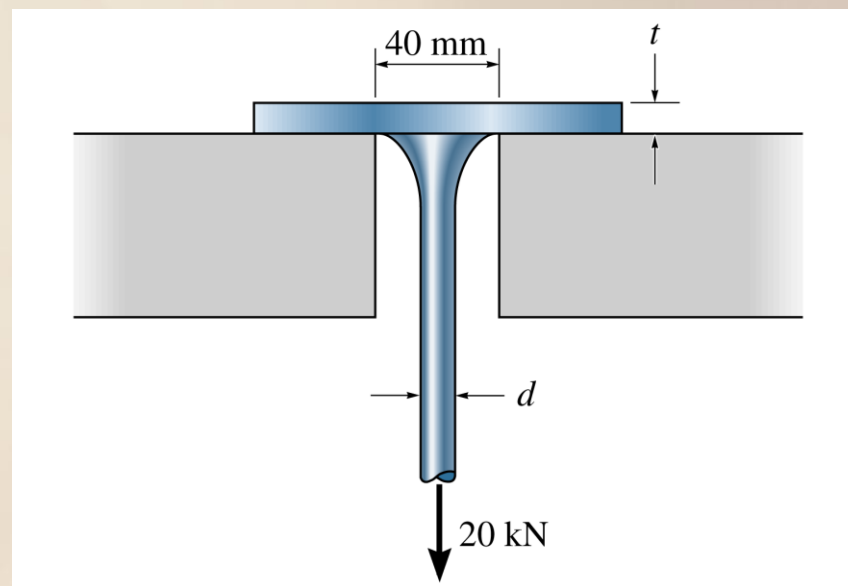
(b)



Exemplo de Aplicação

Aula 3

- ✈ O tirante está apoiado em sua extremidade por um disco circular fixo como mostrado na figura. Se a haste passa por um furo de 40 mm de diâmetro, determinar o diâmetro mínimo requerido da haste e a espessura mínima do disco necessários para suportar uma carga de 20 kN. A tensão normal admissível da haste é $\sigma_{adm} = 60$ MPa, e a tensão de cisalhamento admissível do disco é $\tau_{adm} = 35$ MPa.

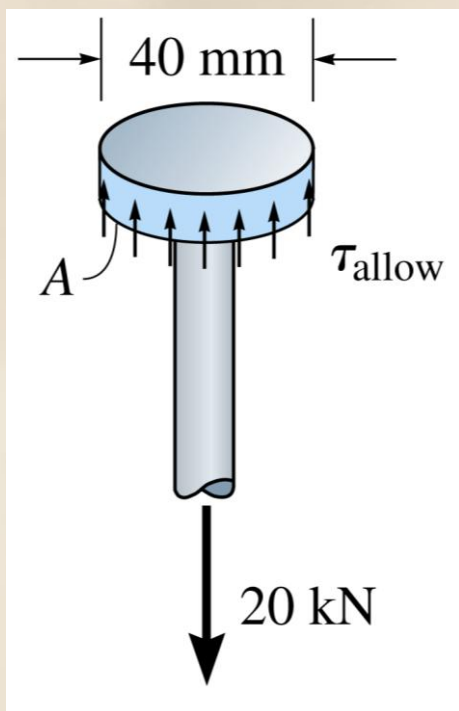




Solução do Exemplo

Aula 3

- ✈ **Diâmetro da haste:** por verificação, a força axial na haste é 20 kN, assim, a área da seção transversal da haste é dada por:



$$A = \frac{P}{\sigma_{adm}}$$

$$A = \frac{20000}{60}$$

$$A = 333,33 \text{ mm}^2$$

- ✈ Sabe-se que a área da seção é circular:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

✈ Portanto:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 333,33}{\pi}}$$

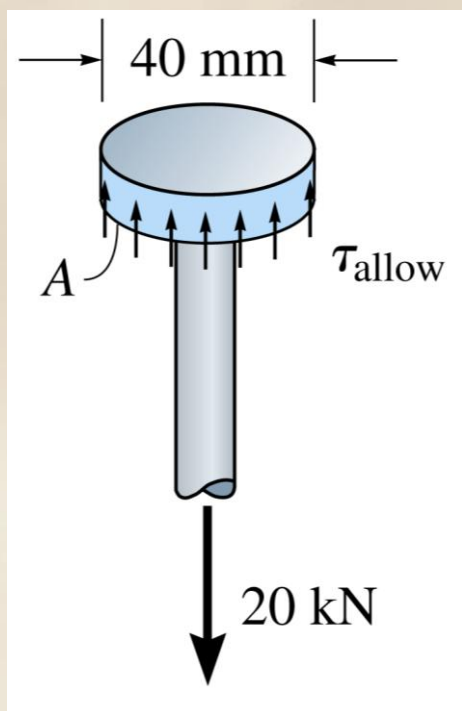
$$d = 20,60 \text{ mm}$$



Solução do Exemplo

Aula 3

Para o Cisalhamento:



$$A = \frac{V}{\tau_{adm}}$$

$$A = \frac{20000}{35}$$

$$A = 571,42 \text{ mm}^2$$

Nesta situação a área seccionada é dada por:

$$A = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot t$$

Portanto:

$$t = \frac{A}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

$$t = \frac{571,42}{2 \cdot \pi \cdot 20}$$

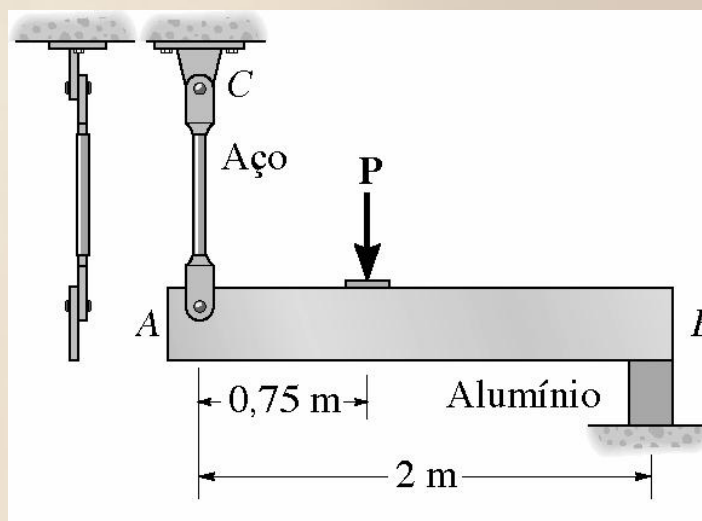
$$t = 4,55 \text{ mm}$$



Exemplo de Aplicação

Aula 3

- ✈ A barra rígida mostrada na figura é suportada por uma haste de aço AC que tem diâmetro de 20 mm e um bloco de alumínio que tem área da seção transversal de 1800 mm^2 . Os pinos de 18 mm de diâmetro em A e C estão submetidos a um cisalhamento simples. Se a tensão de ruptura do aço e do alumínio forem $(\sigma_{aço})_{rup} = 680 \text{ MPa}$ e $(\sigma_{al})_{rup} = 70 \text{ MPa}$, respectivamente, e a tensão de cisalhamento de ruptura de cada pino for $\tau_{rup} = 900 \text{ MPa}$, determinar a maior carga P que pode ser aplicada à barra. Aplicar $k = 2$.

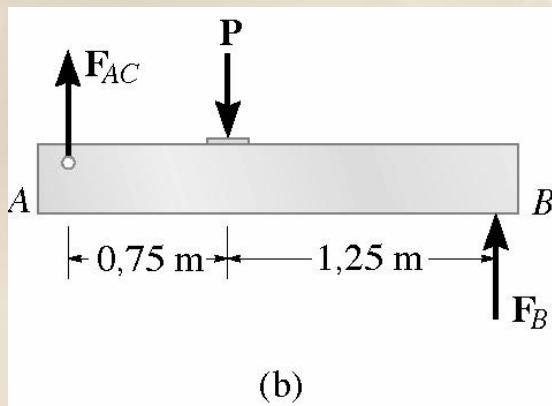




Solução do Exemplo

Aula 3

Diagrama de corpo livre:



Reações de apoio:

$$\begin{aligned}\sum M_B &= 0 \\ -F_{AC} \cdot 2 + P \cdot 1,25 &= 0\end{aligned}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$F_B \cdot 2 - P \cdot 0,75 = 0$$

Relação entre as forças:

$$\begin{aligned}F_{AC} &= \frac{1,25 \cdot P}{2} & F_B &= \frac{0,75 \cdot P}{2} \\ F_{AC} &= 0,625 \cdot P & F_B &= 0,375 \cdot P\end{aligned}$$



Solução do Exemplo

Aula 3

 Cálculo da Tensão Admissível:

 Aço

$$(\sigma_{aço})_{adm} = \frac{(\sigma_{aço})_{rup}}{F.S.}$$

$$(\sigma_{aço})_{adm} = \frac{680}{2}$$

$$(\sigma_{aço})_{adm} = 340 \text{ MPa}$$

 Alumínio

$$(\sigma_{al})_{adm} = \frac{(\sigma_{al})_{rup}}{F.S.}$$

$$(\sigma_{al})_{adm} = \frac{70}{2}$$

$$(\sigma_{al})_{adm} = 35 \text{ MPa}$$

 Pino

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_{rup}}{F.S.}$$

$$\tau_{adm} = \frac{900}{2}$$

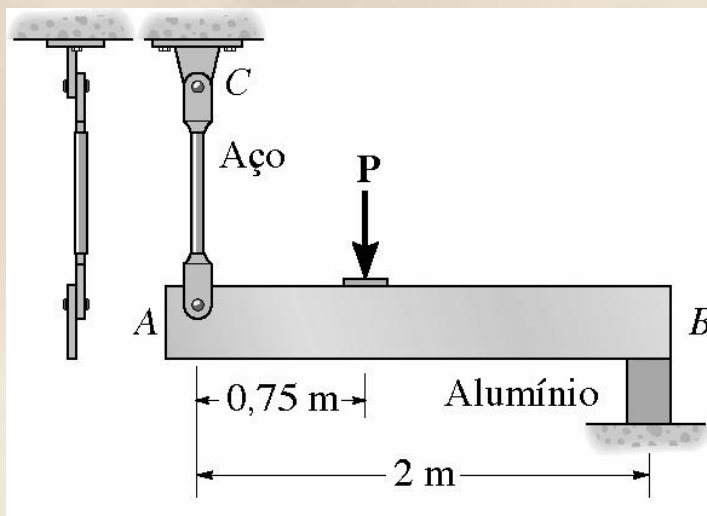
$$\tau_{adm} = 450 \text{ MPa}$$



Solução do Exemplo

Aula 3

Força Máxima na Barra AC:



$$(\sigma_{aço})_{adm} = \frac{F_{AC}}{A_{AC}}$$

$$(\sigma_{aço})_{adm} = \frac{F_{AC}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$$

$$(\sigma_{aço})_{adm} = \frac{4 \cdot F_{AC}}{\pi \cdot d^2}$$

$$(\sigma_{aço})_{adm} = \frac{4 \cdot 0,625 \cdot P}{\pi \cdot d^2}$$

$$P = \frac{(\sigma_{aço})_{adm} \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot 0,625}$$

$$P = \frac{340 \cdot \pi \cdot 20^2}{4 \cdot 0,625}$$

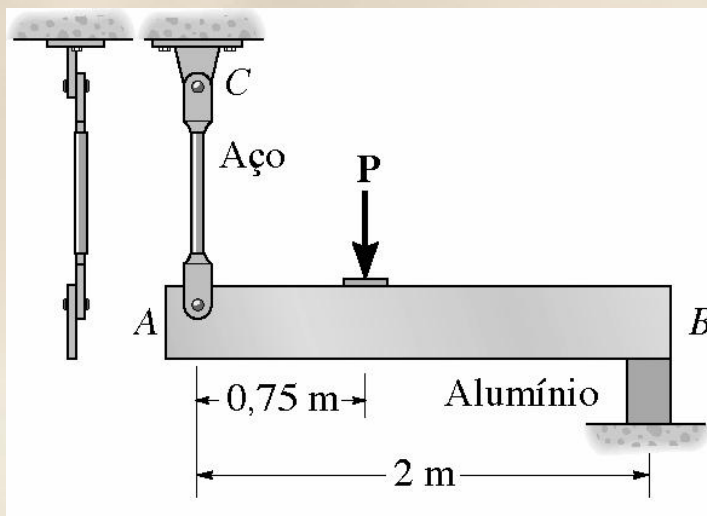
$$P = 170816 \text{ N}$$



Solução do Exemplo

Aula 3

Força Máxima no Bloco B:



$$(\sigma_{al})_{adm} = \frac{F_B}{A_B}$$

$$(\sigma_{al})_{adm} = \frac{0,375 \cdot P}{A_B}$$

$$P = \frac{(\sigma_{al})_{adm} \cdot A_B}{0,375}$$

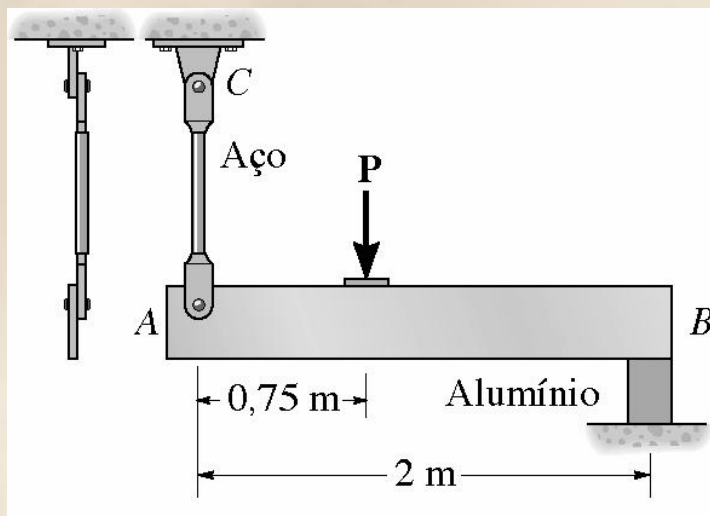
$$P = \frac{35 \cdot 1800}{0,375}$$

$$P = 168000 \text{ N}$$



Solução do Exemplo

Aula 3



Força Máxima no Pino A:

$$\tau_{adm} = \frac{V}{A_p}$$

$$V = F_{AC} = \tau_{adm} \cdot A_p$$

$$0,625 \cdot P = \tau_{adm} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$P = \frac{\tau_{adm} \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot 0,625}$$

$$P = \frac{450 \cdot \pi \cdot 18^2}{4 \cdot 0,625}$$

$$P = 183124 \text{ N}$$

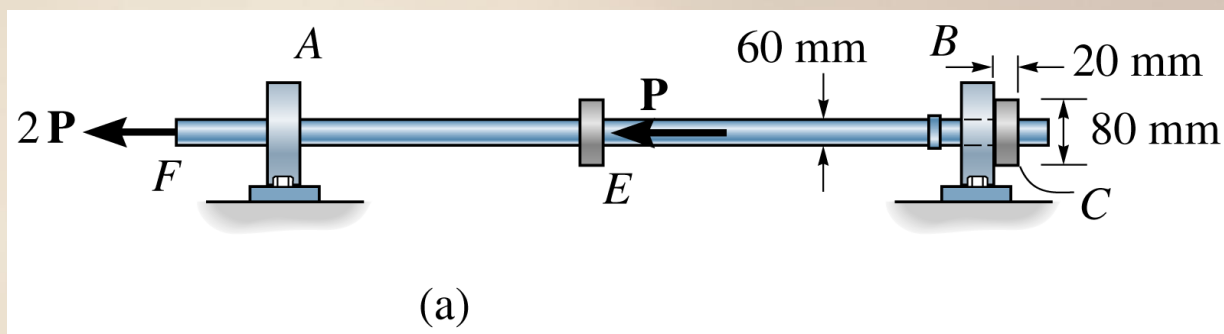
Por comparação, a maior carga que pode ser aplicada ao sistema é **P = 168000 N**, pois qualquer carga maior que essa fará com que a tensão admissível seja excedida.



Exercícios Propostos

Aula 3

1. Uma carga axial no eixo mostrado na figura é resistida pelo colar em C , que está preso ao eixo e localizado à direita do mancal em B . Determinar o maior valor de P para as duas forças axiais em E e F de modo que a tensão no colar não exceda uma tensão de apoio admissível em C de $\sigma_{adm} = 75 \text{ MPa}$ e que a tensão normal média no eixo não exceda um esforço de tração admissível de $\sigma_{adm} = 55 \text{ MPa}$.

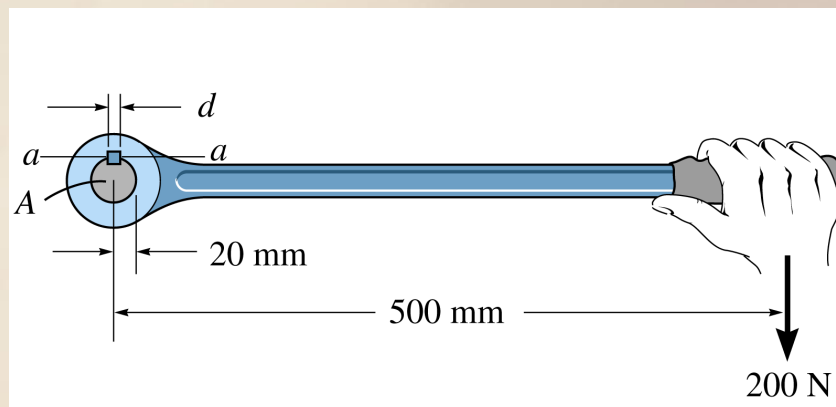




Exercícios Propostos

Aula 3

2. A alavanca é presa ao eixo A por meio de uma chaveta que tem largura d e comprimento de 25 mm. Supondo que o eixo esteja fixo e seja aplicada uma força vertical de 200 N perpendicular ao cabo, determinar a dimensão d se a tensão de cisalhamento admissível para a chaveta for $\tau_{adm} = 35 \text{ MPa}$.

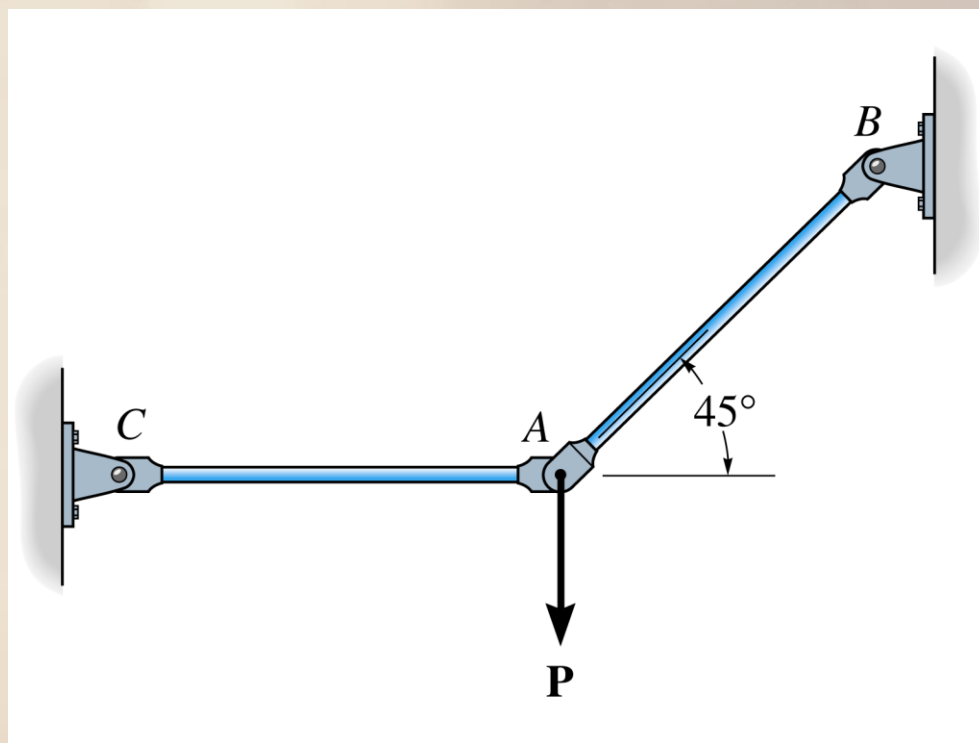




Exercícios Propostos

Aula 3

3. As duas hastes de alumínio suportam a carga vertical $P = 20 \text{ kN}$. Determinar seus diâmetros requeridos se o esforço de tração admissível para o alumínio for $(\sigma_t)_{adm} = 150 \text{ MPa}$.

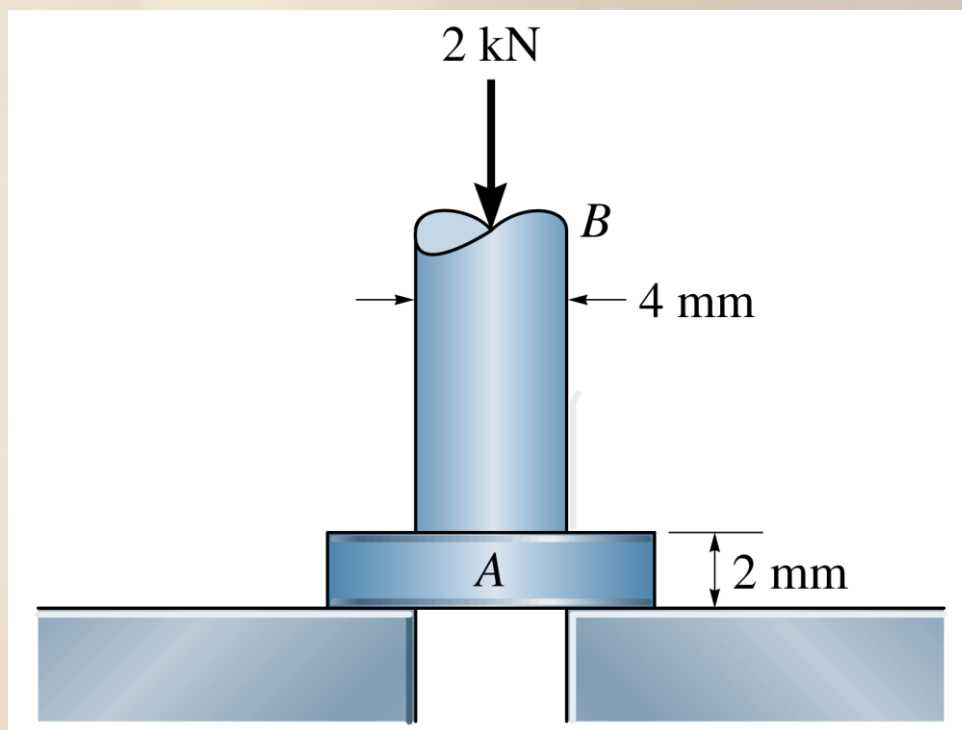




Exercícios Propostos

Aula 3

4. O punção circular B exerce uma força de 2 kN no topo da chapa A . Determinar a tensão de cisalhamento média na chapa devida a esse carregamento.

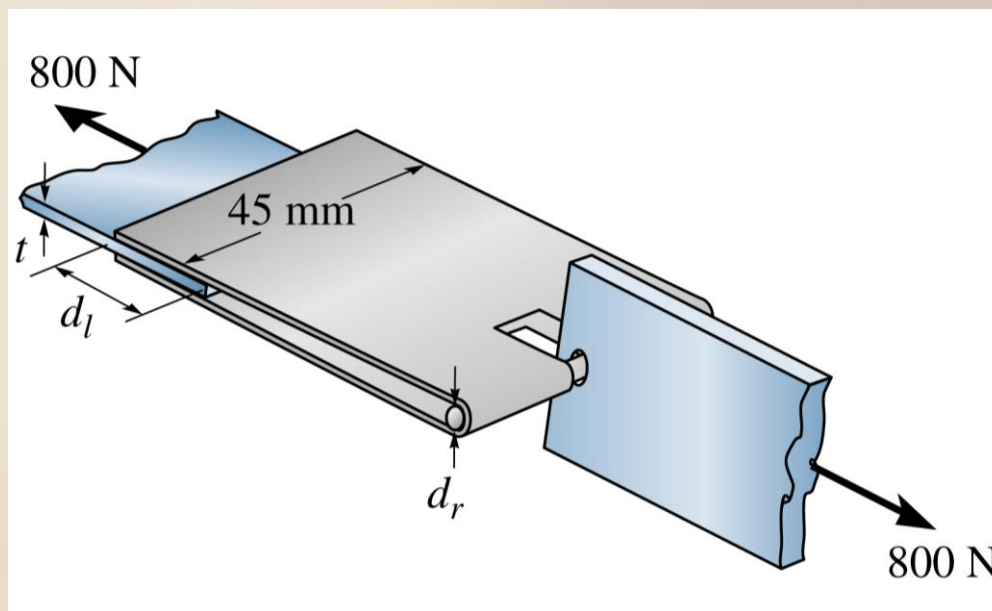




Exercícios Propostos

Aula 3

5. O conjunto da correia sobreposta será submetido a uma força de 800 N. Determinar (a) a espessura t necessária para a correia se o esforço de tração admissível para o material for $(\sigma_t)_{adm} = 10$ MPa, (b) o comprimento d_l necessário para a sobreposição se a cola pode resistir a um esforço de cisalhamento admissível de $(\tau_{adm})_c = 0,75$ MPa e (c) o diâmetro d_r do pino se a tensão de cisalhamento admissível para o pino for $(\tau_{adm})_p = 30$ MPa.



Obrigado Pela Atenção

Nos Encontramos na Próxima Aula

