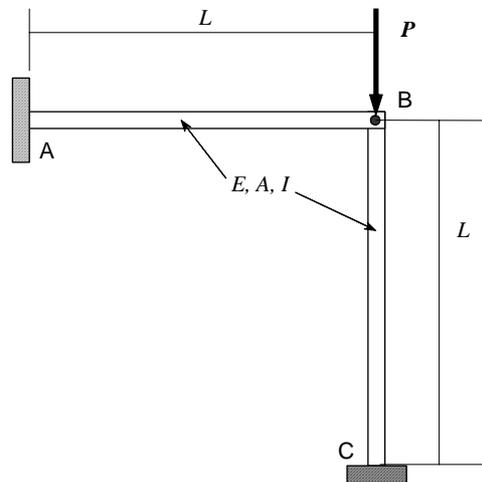
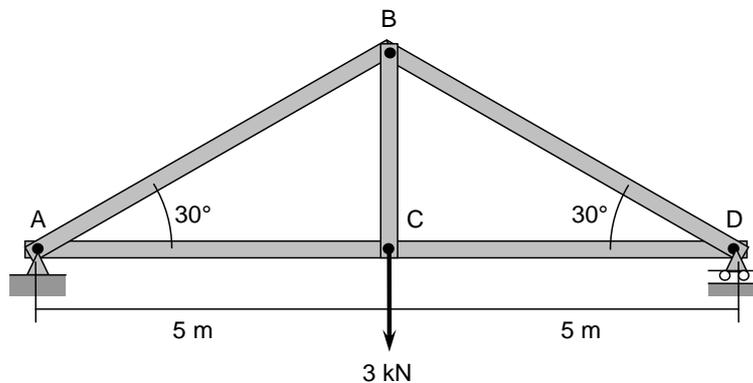


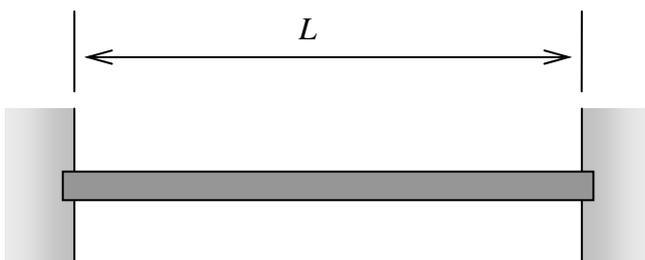
**Problema 1.** A figura abaixo mostra uma viga horizontal (AB) engastada numa extremidade e apoiada por uma barra vertical (BC) na outra extremidade. Determine o máximo valor admissível para a força  $P$  considerando a possibilidade de flambagem da barra BC.



**Problema 2.** Determine o fator de segurança contra flambagem para os elementos da treliça abaixo que estão sob compressão. Os membros da treliça são barras circulares de aço, com diâmetro de 40 mm e módulo de elasticidade de 200 GPa.

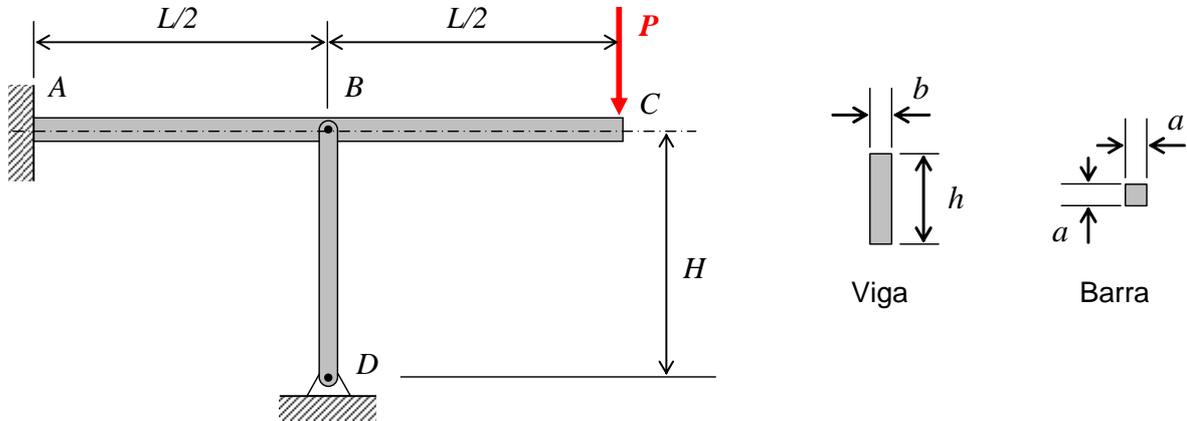


**Problema 3.** Considere a barra de aço de seção circular mostrada na figura. Na temperatura ambiente ( $25,0^\circ\text{C}$ ) a barra está pré-comprimada a uma tensão axial de  $-100$  MPa. Determine a máxima temperatura que a barra pode atingir antes de sofrer flambagem. As dimensões da barra e suas propriedades mecânicas estão listadas na tabela.



D (mm)	21
L (mm)	1000
E (GPa)	200
$\alpha$ ( $10^{-6}/^\circ\text{C}$ )	12

**Problema 4.** Conforme mostra a figura abaixo, a viga  $ABC$  é suportada no ponto  $B$  pela barra vertical  $BD$  e carregada na extremidade  $C$  por uma força  $P$ . Tanto a viga quanto a barra são fabricadas do mesmo material cujo módulo de elasticidade é  $E$  e o limite de escoamento  $S_Y$ . Para  $H = 3L/2$ , determine o valor máximo admissível para a carga  $P$  considerando uma possível falha por escoamento na barra, escoamento na viga ou flambagem da barra.

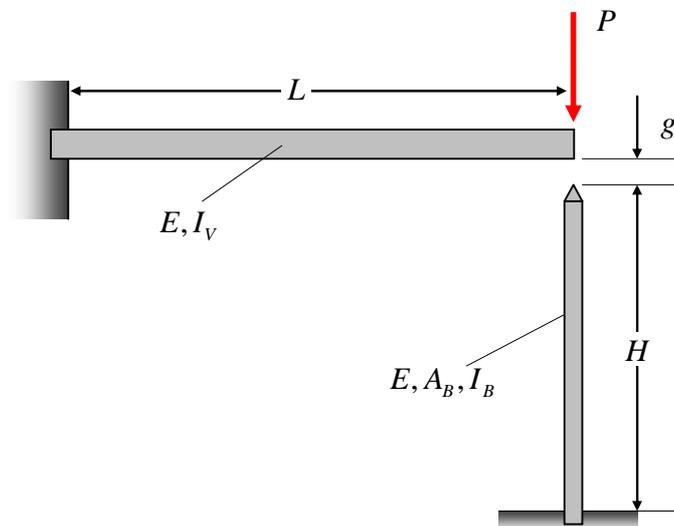


$L$ (mm)	$b$ (mm)	$h$ (mm)	$a$ (mm)	$S_Y$ (MPa)	$E$ (GPa)
100	2.5	10	3	360	200

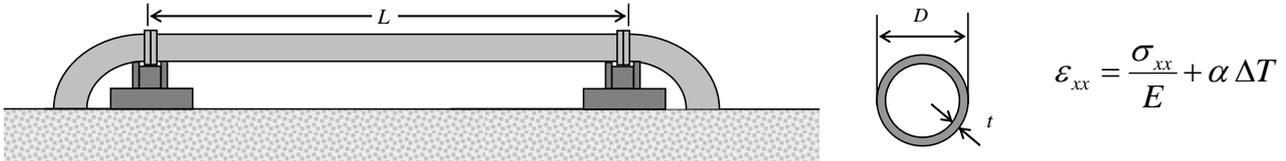
Determine a carga de colapso plástico,  $P_L$ , para a estrutura da figura acima quando  $H = L/2$ . Considere que o material da viga e da barra é elástico/perfeitamente-plástico.

**Problema 5.** Antes da carga  $P$  ser aplicada no conjunto mostrado na figura à esquerda existe uma folga,  $g$ , entre a viga e a barra. Determine:

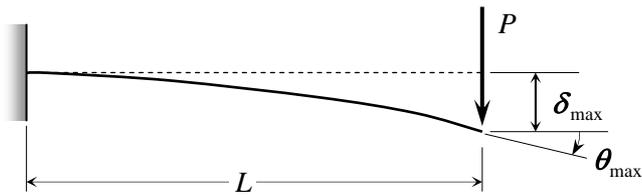
- O valor da carga que deve ser aplicada para que a viga entre em contato com a barra vertical (1,5 pontos).
- O valor máximo admissível para a carga aplicada considerando a possibilidade da barra falhar por flambagem. Justifique a escolha do modelo de apoio da barra (tabela abaixo) utilizado para calcular a carga crítica de flambagem. (2,0 pontos).



**Problema 6.** Um trecho aéreo de uma tubulação que conduz vapor superaquecido é mostrado na figura abaixo. O tubo, com 33,4 mm de diâmetro externo e 2,1 mm de espessura, é montado a 25° C mas sua temperatura de operação pode atingir um valor máximo de 165° C. Determine o vão máximo do trecho aéreo,  $L_{\max}$ , levando em conta a possibilidade de flambagem do tubo. Considere que o trecho de tubo esteja engastado em suas extremidades. O módulo de elasticidade do tubo,  $E$ , é 200 GPa e seu coeficiente de dilatação térmica,  $\alpha$ , é  $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Despreze o peso do tubo e do fluido transportado.

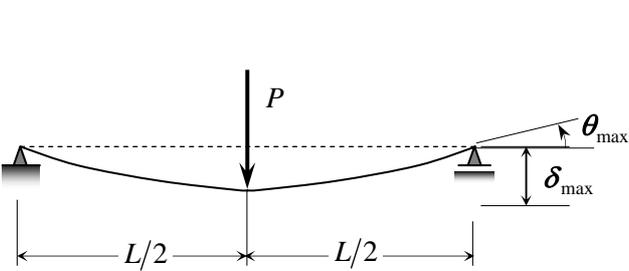


Carga Crítica de Flambagem $P_{cr} = c \frac{EI}{L^2}$	Tipo de Apoio	$c$
	Simples-Simples	$\pi^2$
	Engastada-Livre	$\pi^2/4$
	Engastada-Simples	20.2
	Engastada-Engastada	$4\pi^2$



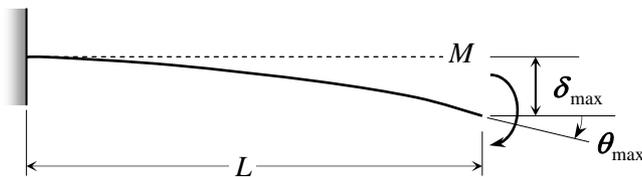
$$\delta(x) = \frac{Px^2}{6EI}(3L - x)$$

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{3EI} \quad \theta_{\max} = \frac{PL^2}{2EI}$$



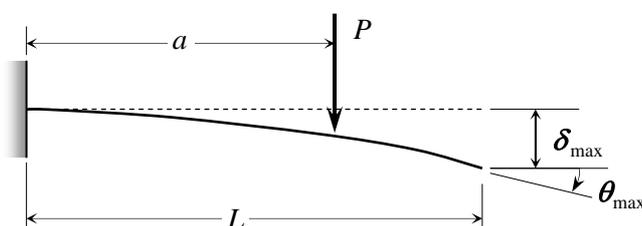
$$\delta(x) = \begin{cases} \frac{P}{48EI}(3L^2x - 4x^3), & x < L/2 \\ \frac{P}{6EI}\left(3L^2x - 4x^3 + 8\left(x - \frac{L}{2}\right)^3\right), & x > L/2 \end{cases}$$

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI} \quad \theta_{\max} = \frac{PL^2}{16EI}$$



$$\delta(x) = \frac{Mx^2}{2EI}$$

$$\delta_{\max} = \frac{ML^2}{2EI} \quad \theta_{\max} = \frac{ML}{EI}$$



$$\delta(x) = \begin{cases} \frac{P}{6EI}(3x^2a - x^3), & x < a \\ \frac{P}{6EI}(3x^2a - x^3 + (x-a)^3), & x > a \end{cases}$$

$$\delta_{\max} = \frac{Pa^2(3L-a)}{6EI} \quad \theta_{\max} = \frac{Pa^2}{2EI}$$