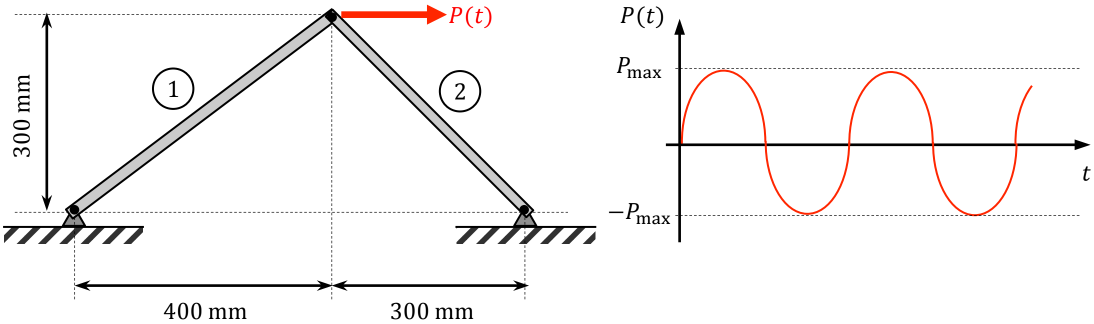
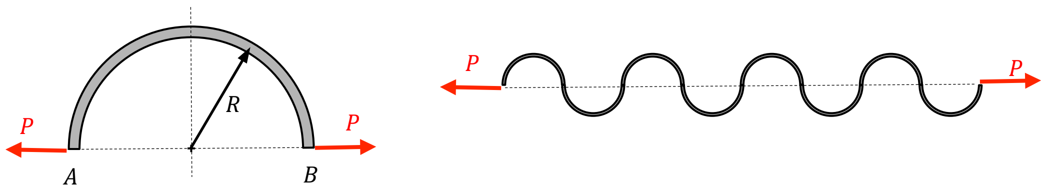
Problema1 (2,5 pontos). A treliça mostrada na figura abaixo está submetida a um carregamento horizontal alternado conforme indica o gráfico. As duas barras são fabricadas do mesmo material com módulo de elasticidade $E = 80\,\mathrm{GPa}$, porém possuem seções transversais diferentes com áreas $A_1 = 10\,\mathrm{mm}^2$ e $A_2 = 20\,\mathrm{mm}^2$, e momentos de inércia $I_1 = 8\,\mathrm{mm}^4$ e $I_2 = 33\,\mathrm{mm}^4$. Despreze os efeitos dinâmicos e calcule o máximo valor admissível para $P_{\max}$ considerando o risco de falha da estrutura por flambagem.

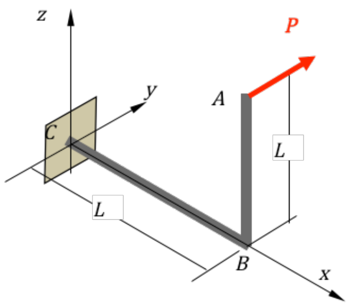


Problema 2 (2,5 pontos). O arco de $180°$, com raio R, mostrado à esquerda na figura abaixo, possui seção transversal quadrada de lado a, módulo de elasticidade E, e limite de escoamento Y, tanto em tração quanto em compressão.

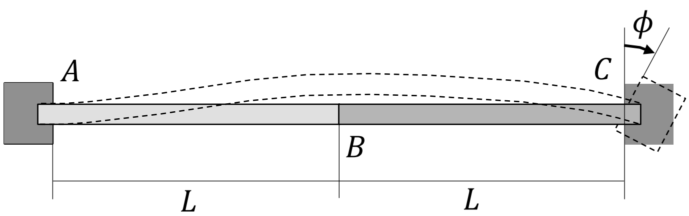


(a) Determine a variação na distância AB produzida pelo carregamento P (1,0 ponto).
(b) Determine o máximo valor admissível para P considerando a falha por escoamento (1,0 ponto).
(c) À direita, na figura, apresenta-se uma mola formada por um número N de arcos idênticos ao analisado nos Itens (a) e (b) acima. Determine a constante elástica dessa mola em função do número de arcos (0,5 ponto)

Problema 3 (2,5 pontos).Considere a barra mostrada na figura ao lado, cuja seção transversal é circular de diâmetro D. Seus módulos de elasticidade e de cisalhamento são respectivamente E e G. Determine a componente na direção y do deslocamento do ponto de aplicação da carga P aplicada na direção y (despreze as contribuições dos esforços normal e cortante).

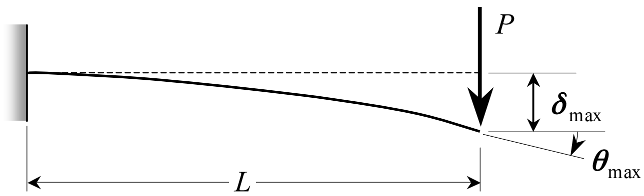


Problema 4 (2,5 pontos). A viga mostrada na figura abaixo, engastada nas extremidades A e C, é composta por dois materiais. Os trechos AB e BC possuem módulos de elasticidade respectivamente iguais a $2E$ e E. Para os dois trechos, o momento de inércia da seção transversal é o mesmo, representado por I. A extremidade C sofre uma rotação ϕ sem que haja um deslocamento transversal. Determine as reações nos apoios A e C produzidas por esta rotação. Empregue o teorema de Castigliano.



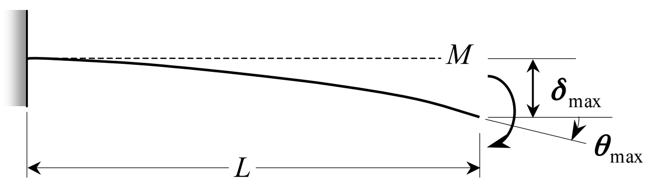
Tensão de Flexão	**Momento de Inércia para seção**		
$\sigma_{xx}(x,y) = -y\dfrac{M(x)}{I}$	Circular	Retangular	Tubular (*D*>>*t*)
	$I = \dfrac{\pi D^4}{64}$	$I = \dfrac{b h^3}{12}$	$I = \dfrac{\pi D^3 t}{8}$

Carga Crítica de Flambagem	**Tipo de Apoio**	***c***
$P_{cr} = c\dfrac{EI}{L^2}$	Simples-Simples	π^2
	Engastada-Livre	$\pi^2/4$
	Engastada-Simples	20,2
	Engastada-Engastada	$4\pi^2$



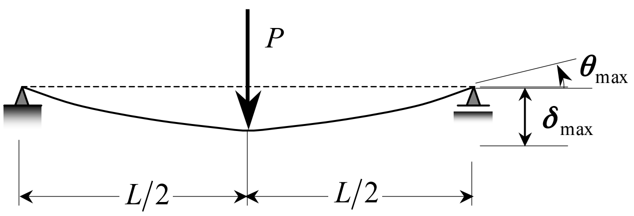
$$\delta(x) = \frac{Px^2}{6EI}(3L - x)$$

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



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

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



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

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

Energia de Deformação		**Teorema de Castigliano**		
Vigas em Flexão	$U = \displaystyle\int \frac{M^2}{2EI}ds$	$\delta = \dfrac{\partial U}{\partial P}$	Vigas em Flexão	$\delta = \dfrac{1}{EI}\displaystyle\int \frac{\partial M}{\partial P} M ds$
Eixos em Torção	$U = \displaystyle\int \frac{T^2}{2GJ}ds$		Eixos em Torção	$\delta = \dfrac{1}{GJ}\displaystyle\int \frac{\partial T}{\partial P} T ds$
Barras sob Esforço Axial	$U = \displaystyle\int \frac{N^2}{2EA}ds$		Barras sob Esforço Axial	$\delta = \dfrac{1}{EA}\displaystyle\int \frac{\partial N}{\partial P} N ds$